

# Masterarbeit

## Kostenpotenziale von autonomem Fahren und neuen Mobilitätskonzepten für Carsharing

### *Cost-potentials of autonomous driving and new mobility concepts for carsharing*

Manuel Ziora B.Sc.



Betreuer: Prof. Dr. rer. nat. Frank Gauterin, FAST

Prof. Dr. Kay Mitusch, ECON

Projektleiter: Kutay Yüksel, Institutsteil Fahrzeugtechnik

# Masterarbeit

Herrn Manuel Ziora

## Kostenpotenziale von autonomem Fahren und neuen Mobilitätskonzepten für Carsharing

### *Cost-potentials of autonomous driving and new mobility concepts for carsharing*

#### Aufgabenstellung

Sharing-Fahrzeuge stellen einen wichtigen Baustein für die Multimodalität dar, die aktuell für Ziele wie Reduzierung der Emissionen, Platzgewinn in Städten und Verbesserung des Verkehrsflusses vorangetrieben wird. Trotz ihrer schon erforschten Vorteile begegnen die Sharing-Angebote aktuell aber auch Herausforderungen, wobei Kosten sowie Profitabilität hierbei zwei wichtige Faktoren darstellen. Autonomes Fahren und neue Mobilitätskonzepte können in der Zukunft diese zwei Faktoren bei Carsharing stark beeinflussen.

Infolge dieser Arbeit sollen die möglichen Einflüsse von autonomem Fahren und zukünftiger Mobilitätskonzepte auf die Kostenstruktur von Carsharing und dessen Profitabilität untersucht werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden anschließend auf bestimmte Mobilitätsszenarien angewendet, um die Durchführbarkeit dieser Szenarien zu beurteilen. Der Fokus dieser Arbeit liegt besonders auf Sharing-Angeboten mit drei- und vierrädigen Klein- und Kompaktfahrzeugen.

Die Arbeit gliedert sich in die folgenden Teilaufgaben:

- Recherche über Kostenstrukturen von Carsharing-Angebote und aktuellen Preisungsstrategien unterschiedlicher Sharing-Anbieter
- Quantitative Darstellung von Kostenbausteine anhand (max. drei) aktueller Sharing-Angebot-Beispiele
- Analyse von möglichen Effekten der SAE-Level-4&5 des autonomen Fahrens auf die Kosten und Profitabilität der Sharing-Angebote
- Identifizierung von möglichen weiteren Einflussfaktoren, die durch neue Mobilitätskonzepte zustande kommen und diese Kostenbausteine beeinflussen können
- TCO-Rechnung für privaten Fahrzeugbesitz bei einem konkreten zukünftigen Mobilitätskonzept
- Konkretisierung von drei Szenarien bezüglich der Penetrationsrate von Carsharing in diesem Mobilitätskonzept sowie Anwendung der Ergebnisse, um die Profitabilität von Carsharing in diesen definierten Szenarien zu untersuchen

Hiermit wird die Vollständigkeit der Aufgabenstellung bestätigt. Mit ihrer/seiner Unterschrift nimmt die/der Studierende die Aufgabenstellung an und bearbeitet diese im nachstehend durch den Aus- und spätesten Abgabetag definierten Bearbeitungszeitraum. Die jeweils gültige Fassung der Studien- und Prüfungsordnung des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) regelt das Verfahren insbesondere bei absehbarer Überschreitung des Bearbeitungszeitraums.

Ausgabetag: 04.04.2022

geplanter Abgabetag: 04.10.2022

tatsächlicher Abgabetag: 04.10.2022

Betreuer:

---

(Prof. Dr. rer. nat. Frank Gauterin)

---

(Prof. Dr. Kay Mitusch)

Bearbeiter:

Projektleiter am KIT:

---

(Manuel Ziora B.Sc.)

---

(Kutay Yüksel M.Sc.)

## **Erklärung**

Hiermit versichere ich, die vorliegende Arbeit selbständig und nur mit den im Literaturverzeichnis angegebenen Quellen und Hilfsmitteln angefertigt zu haben. Des Weiteren habe ich die wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen als solche kenntlich gemacht und die Satzung des Karlsruher Instituts für Technologie zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis in der aktuell gültigen Fassung beachtet.

---

Karlsruhe, den 04.10.2022

---

# Kostenpotenziale von autonomem Fahren und neuen Mobilitätskonzepten für Carsharing

## Kurzfassung

Mobilität gewinnt in der heutigen globalisierten, wachsenden und mehr und mehr dynamischen Welt, die sich mit großen Herausforderungen wie dem Klimawandel konfrontiert sieht, immer mehr an Bedeutung. Die heute mit am häufigsten genutzte Mobilitätsform ist der motorisierte Individualverkehr, weitestgehend ermöglicht durch den Besitz eines eigenen Fahrzeugs. Diese Mobilitätsform ist verantwortlich für ca. 26 % der EU-weiten CO<sub>2</sub>-Emissionen und bietet daher signifikantes Potenzial für Optimierungen.

Carsharing, insbesondere in einem autonom und mit erneuerbaren Energien betriebenen Kontext ist ein möglicher Beitrag auf dem Weg hin zu nachhaltiger Mobilität.

Diese Thesis untersucht Carsharing aus einer finanziellen Perspektive und analysiert heutige Kosten des PKW-Besitzes sowie die Kosten der heutigen Carsharing-Nutzung. Darauf aufbauend identifiziert die Arbeit heutige Kostenstrukturen von Carsharing-Anbietern und deren Profitabilität. Abschließend werden diese Ergebnisse auf ein fiktives Mobilitätskonzept angewandt und eine mögliche Tarifgestaltung vorgeschlagen. Die Ergebnisse der Arbeit unterstreichen den möglichen Stellenwert von Carsharing für eine nachhaltige Zukunft der individuellen Mobilität durch einen wirtschaftlichen Use Case des Mobilitätskonzepts.

---

# ***Cost-potentials of autonomous driving and new mobility concepts for carsharing***

## **Abstract**

Mobility within today's globalized, growing, connected and more and more dynamic world, threatened by the climate change and its consequences for mankind, is a weight-gaining topic which is facing serious challenges in the future. The most-used form of mobility today in Germany and many other areas in the world is the individual and motorized mobility, mostly enabled by a private car. This mobility form causes about 26 % of the EU-wide carbon emissions. Hence, it is a sector offering a significant emission-reduction potential. Carsharing, especially operated autonomously and with renewable energy sources, is one possible path of achieving reduction goals. This thesis looks at carsharing from a financial point of view and initially investigates current costs of owning a car and using carsharing offerings. Subsequently current cost structures of carsharing operators are identified and analyzed to derive a profitability statement about today's carsharing landscape. Within the core of this work, impacts of autonomous technologies and innovative mobility concepts on the found results are being examined and a viable pricing structure within a fictitious mobility concept is proposed.

---

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Menschen bedanken, die mich auf meinem Studienweg von der Immatrikulation ins erste Semester bis hin zur Anfertigung dieser Masterarbeit und damit bis zum Ende meines Studiums begleitet und unterstützt haben.

Zuallererst gilt mein Dank meinen Eltern, die mich in jeglicher Hinsicht und wo immer möglich tatkräftig auf meinem Weg unterstützt haben und jederzeit hinter mir standen.

Besonderen Anteil an der erfolgreichen Anfertigung der Arbeit hatte mein Betreuer und Projektleiter Kutay Yüksel, der mir durch zahlreiche Diskussionen und Gespräche immer wieder neue Denkanstöße mit auf den Weg geben konnte, sinnvolle Leitplanken setzte und mir dennoch genug Raum der Gestaltungsfreiheit überließ.

Auch Prof. Dr. rer. nat. Frank Gauterin sowie Prof. Dr. Kay Mitusch als Betreuer aus den Fakultäten für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften möchte ich für die Möglichkeit meine Abschlussarbeit in diesem Kooperationsmodell schreiben zu dürfen danken.

Zuletzt möchte ich meinem engsten Freundeskreis danken, der jederzeit ein offenes Ohr für mich hatte und mich in jeder Phase dieses Projekts unterstützt und motiviert hat.

---

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung &amp; Motivation</b> .....	<b>1</b>
1.1	Ziele der Arbeit.....	1
1.2	Aufbau der Arbeit.....	2
<b>2</b>	<b>Methodische Grundlagen</b> .....	<b>4</b>
2.1	Literaturrecherche .....	4
2.2	Experteninterview .....	7
2.3	TCO-Rechnung.....	9
2.4	Annahmenentwicklung & Wirtschaftlichkeitsrechnung .....	12
2.4.1	Annahmenentwicklung .....	12
2.4.2	Methoden der Wirtschaftlichkeitsberechnung .....	12
<b>3</b>	<b>Thematische Grundlagen</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Mobilität</b> .....	<b>16</b>
3.1.1	Deutsches Mobilitätspanel (MOP) .....	18
3.1.1.1	Allgemeines zum MOP .....	18
3.1.1.2	Ergebnisse Alltagsmobilität .....	19
3.1.2	Mobilität in Deutschland (MiD) .....	23
3.1.2.1	Allgemeines zur MiD-Studie .....	23
3.1.2.2	Ergebnisse Alltagsmobilität .....	23
3.1.3	Ergänzende Mobilitätsdaten.....	24
<b>3.2</b>	<b>Carsharing</b> .....	<b>29</b>
3.2.1	Definition .....	29
3.2.2	Historie.....	30
3.2.3	Arten von CS.....	30
3.2.4	Marktüberblick CS in Deutschland .....	32
3.2.5	Chancen und Herausforderungen von Carsharing heute .....	35
3.2.6	Exkurs: Optimierungsprobleme im Bereich CS.....	38
<b>3.3</b>	<b>Autonomes Fahren</b> .....	<b>40</b>
3.3.1	Definition & SAE-Level.....	40
3.3.2	Use-Cases .....	42
3.3.3	Technologie .....	44
3.3.4	Regulatorische und ethische Fragestellungen.....	46
3.3.5	Abschließende Einschätzung AF und Perspektive .....	48

---

3.4	Trendausblick Mobilität .....	49
3.5	Stand der Forschung zu Carsharing.....	53
4	Kostenanalyse I .....	55
4.1	TCO PKW Besitz heute .....	56
4.1.1	Kostenfaktoren.....	56
4.1.2	Notwendige Annahmen & Quantifizierung der Kostenfaktoren .....	58
4.1.3	Berechnung der TCO .....	63
4.2	Übersicht ausgewählter CS-Angebote .....	70
4.2.1	Stadtmobil Karlsruhe.....	71
4.2.2	Stadtmobil Stuttgart.....	72
4.2.3	ShareNow München.....	73
4.2.4	Miles Berlin .....	74
4.3	Kostenanalyse CS-Nutzung .....	75
4.3.1	Vorgehen und Annahmen .....	75
4.3.2	Berechnungen.....	76
4.4	Kostenvergleich PKW-Besitz und CS-Nutzung.....	77
5	Profitabilitätsanalyse CS.....	80
5.1	Vorgehen .....	80
5.2	Übersicht Kostenblöcke CS-Anbieter.....	80
5.3	Kosten- und Profitabilitätsanalyse .....	84
5.4	Diskussion der Ergebnisse .....	88
6	Mobilitätskonzept Cell Mobility.....	89
6.1	Beschreibung des Konzepts .....	89
6.2	Definition der Szenarien .....	91
6.3	Annahmen im MK.....	92
6.4	Kostenanalyse II.....	94
6.5	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung CS @ MK .....	104
6.5.1	Fleet Sizing .....	104
6.5.2	Wirtschaftlichkeitsuntersuchung MK.....	106
6.5.3	TCO PKW Besitz im MK .....	115
7	Ergebnisse & Diskussion.....	116
7.1	PKW-Besitz heute vs. CS-Nutzung heute.....	116

---

7.2	PKW-Besitz im MK vs. Nutzung des MKs.....	117
7.3	PKW-Besitz heute vs. PKW-Besitz im MK .....	117
7.4	CS-Nutzung heute vs. Nutzung des MKs .....	118
7.5	PKW-Besitz heute vs. Nutzung des MKs.....	118
7.6	Vergleich der Kostenstrukturen und Profitabilitäten der CS-Anbieter.....	119
7.7	Diskussion.....	122
8	Forschungspotenziale & Limitationen .....	123
8.1	Forschungspotenziale .....	123
8.2	Limitationen & Anmerkungen .....	123
8.3	Sonstige Hinweise .....	124
9	Zusammenfassung.....	126
10	Nomenklatur.....	127
11	Quellenverzeichnis.....	130
12	Abbildungsverzeichnis.....	131
13	Tabellenverzeichnis.....	132
14	Literaturverzeichnis.....	134
15	Anhang.....	143

# 1 Einleitung & Motivation

Mobilität ist in der heutigen globalisierten, vernetzten und immer dynamischeren Welt auch vor dem Hintergrund des Klimawandels und einer wachsenden Weltbevölkerung eines der zentralen Themenfelder, die einem disruptiven Wandel kaum ausweichen können. Die heute in Deutschland wie auch in weiten Teilen der Welt vorherrschende Mobilitätsform ist der motorisierte Individualverkehr (MIV). [iDI 19a, S. 7]

Allein in Deutschland waren zum 01.01.2022 laut Kraftfahrtbundesamt (KBA) rund 48,5 Millionen Kraftfahrzeuge zugelassen, das entspricht ca. 0,58 Fahrzeugen pro Einwohner. [Kra 22b] Diese Form von Mobilität, energetisch versorgt durch die Verbrennung fossiler Energieträger, macht mit 26 % einen erheblichen Anteil der EU-weiten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus. [Sta 19] Nachhaltig gestaltete Mobilitätskonzepte sind also ein wichtiger Beitrag für eine klima- und umweltverträglichere Zukunft der Mobilität. Ein möglicher Weg die heutige Mobilität, besonders auch in urbanen Regionen, zu transformieren, lässt sich mit Carsharing (CS) Konzepten beschreiben. Fahrzeuge werden gemeinschaftlich verwendet, um den Nutzungsgrad eines Fahrzeugs zu erhöhen, Platz in den Städten zu schaffen und dank Elektrifizierung der Fahrzeugflotte sowie Nutzung regenerativ erzeugter Energie nachhaltige Mobilität Realität werden zu lassen.

Während sich wissenschaftliche Arbeiten bereits mit dem Phänomen Carsharing heute und in der Zukunft beschäftigt haben, existiert noch wenig Transparenz hinsichtlich der anbieterseitigen Kostenstrukturen und Profitabilität von Carsharing. Diese Arbeit verfolgt das Ziel, diesen Bereich so weit wie möglich zu erschließen und Carsharing unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten für den deutschen Markt und im Vergleich zum Fahrzeugbesitz zu bewerten. Anschließend werden die Ergebnisse auf ein fiktives Mobilitätsszenario angewendet und technologische Veränderungen wie beispielsweise autonomes Fahren im Sinne einer kostenbasierten Einflussanalyse auf Carsharing-Angebote bewertet.

Diese Arbeit zeigt, dass sich Carsharing bereits heute je nach zugrunde gelegten Annahmen bis zu einer jährlichen Fahrleistung von ca. 10.000 bis 15.000 Kilometern (km) finanziell für den Verbraucher lohnen kann. Mit dem voranschreitenden technologischen Fortschritt ist eine weitere Kostenreduktion für CS-Konzepte der Zukunft sowohl auf Anbieter- als auch auf Kundenseite zu erwarten. Das in dieser Arbeit vorgestellte Mobilitätskonzept (MK) liefert dazu erste Anhaltspunkte.

## 1.1 Ziele der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, anhand mehrerer methodischer Ansätze, die heute vorherrschenden Kosten für den Besitz eines Fahrzeugs und der Nutzung von CS-Angeboten zu recherchieren sowie Kostenstrukturen von CS-Anbietern zu identifizieren und darauf aufbauend Aussagen

zur Wirtschaftlichkeit treffen zu können. Im Fokus steht dabei der deutsche CS-Markt. Nach einer Einflussanalyse von im MK zum Einsatz kommenden Technologien und Entwicklungen der Mobilität auf die identifizierten Kostenbausteine eines CS-Anbieters sollen diese Ergebnisse dann im MK konkretisiert werden und in einem Vorschlag für eine wirtschaftliche und gleichzeitig für Nutzer faire Bepreisung münden.

Auf Grundlage der Recherchen und erarbeiteten Ergebnisse, sollen belastbare Annahmen für die Berechnung und Bewertung des Mobilitätsszenarios sowie dessen konkrete Ausgestaltung dargelegt werden, sodass abschließend Aussagen zur Profitabilität von CS heute sowie in der Zukunft unter dem Einfluss aufstrebender Technologien getroffen werden können. So soll diese Arbeit aus einer wirtschaftlichen und kostenbasierten Perspektive heraus einen Beitrag leisten, um künftige Mobilitätsszenarien im Bereich Carsharing vernünftig bewerten zu können und Verständnis für den Aufbau solcher Systeme in einer nachhaltig technologisierten Zukunft zu schaffen.

## **1.2 Aufbau der Arbeit**

Zunächst gibt die Arbeit in Kapitel 2 einen Überblick über die relevanten methodischen Grundlagen. Dazu gehören eine systematische Literaturanalyse, ein Experteninterview, eine Total Cost of Ownership (TCO) Rechnung sowie Methoden der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Anschließend wird in Kapitel 3 auf die thematischen Grundlagen zu den Themenfeldern Mobilität, Carsharing und autonomes Fahren eingegangen. Nach Abschluss der Grundlagen wird in Kapitel 4 mit der Kostenanalyse I sowohl der private Besitz eines Fahrzeugs aus einer Kostenperspektive beleuchtet als auch heutige Angebote ausgewählter CS-Anbieter untersucht und die Nutzung von CS dem Besitz eines Fahrzeugs gegenübergestellt.

Kapitel 5 setzt sich mit einer Profitabilitätsanalyse heutiger CS-Angebote auseinander und strengt die Beantwortung der Frage nach der anbieterseitigen Kostenstruktur im Bereich CS an.

In Kapitel 6 wird das Mobilitätskonzept eingeführt und die darin geltenden Annahmen beschrieben. Ebenso werden hier die Einflüsse durch Technologien wie dem autonomen Fahren auf die zuvor identifizierten Kostenbausteine der CS-Anbieter analysiert. Darauf aufbauend folgt die Erarbeitung eines wirtschaftlichen CS-Angebots im Rahmen des beschriebenen MKs.

Am Ende der Arbeit werden mit den Kapiteln 7 und 8 die Ergebnisse diskutiert und künftige Forschungspotenziale sowie Limitationen dieser Arbeit aufgezeigt. Kapitel 9 schließt die vorliegende Masterarbeit mit einer Zusammenfassung ab.



Abbildung 1-1 Aufbau der Arbeit

## 2 Methodische Grundlagen

In diesem Kapitel wird das methodische Vorgehen vermittelt, um die angestrebten Ergebnisse in Bezug auf die Fragestellungen der Arbeit zu erzielen. Dazu werden mehrere methodische Ansätze verfolgt. Die Darstellung der thematischen Grundlagen in Kapitel 3 fußt auf einer systematisch durchgeführten Literaturrecherche und -analyse. Um die Informationen hinsichtlich Kosten, Wirtschaftlichkeit sowie Branchen- bzw. Unternehmenskennzahlen zu verifizieren, werden die Ergebnisse der Arbeit anhand eines Experteninterviews validiert. Für die Ermittlung der Kosten für den privaten PKW-Besitz sowohl heute als auch im angenommenen fiktiven Mobilitätsszenario, wird auf die Total Cost of Ownership (TCO) Betrachtung zurückgegriffen. Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von CS folgt abschließend eine Übersicht der gängigen Methoden zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Investitionen bzw. Geschäftsvorhaben.

### 2.1 Literaturrecherche

Für die Erarbeitung der thematischen Grundlagen dieser Arbeit wird auf die Methode der systematischen Literaturrecherche in Anlehnung an [vSN 09] und [WeWa 02] zurückgegriffen. Zunächst wird ein Überblick über den Prozess gegeben, daran anschließend wird das konkrete Vorgehen für diese Arbeit dokumentiert.

Wie die Autoren ausführen, stellt wissenschaftliches Arbeiten ein „kumulatives Vorhaben“ [vSN 09, S. 1] dar, dessen Fundament die bereits vorhandenen wissenschaftlichen Arbeiten zu einem Themengebiet sind. Daher ist bei der Betrachtung eines Themenfeldes im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit der Überblick über bisherige Arbeiten unerlässlich. Grundlegend für den Erfolg einer systematischen Literaturrecherche ist der Suchprozess selbst sowie die anschließende systematische Auswahl, Aufbereitung und Analyse der Suchergebnisse anhand transparenter Kriterien. Für ein systematisches Vorgehen werden zunächst die Quellen der Literatursuche, die wissenschaftlichen Datenbanken festgelegt (siehe Tabelle 2-1). Anschließend werden diese Datenbanken anhand einer im Voraus definierten Search Query (SQ) systematisch durchsucht. Eine SQ besteht aus einer Auflistung von Stichworten innerhalb eines prädikatenlogischen Ausdrucks, die auf einer ersten stichprobenartigen Grundrecherche basiert. Anhand im Vorfeld definierter Kriterien wird die Literatur anschließend gefiltert, d.h. bewertet nach ihrer Relevanz ausgewählt. Die nächste Phase beinhaltet die tiefere Auseinandersetzung mit den Literaturergebnissen sowie bei Bedarf eine sogenannte forward and backward search, d.h. eine über die eigene Suche hinausgehende Untersuchung der Literaturverzeichnisse der gefundenen Ergebnisse. [vSN 09, S. 2ff., WeWa 02, S. 16] Über die Empfehlungen der Autoren hinaus beinhaltet diese Arbeit

eine Darstellung der zeitlichen Verteilung der jeweiligen Literaturquellen (siehe Anhang 15-30)  
 Der Prozess der systematischen Literaturanalyse wird vereinfacht in Abbildung 2-1 dargestellt.



Abbildung 2-1 Prozess Literaturanalyse nach [vSN 09, WeWa 02]

Im Folgenden wird der Literaturrechercheprozess für diese Arbeit dokumentiert.

Datenbanken	# verwendeter Publikationen
ACM	1
AIS eLibrary	1
Bundesministerien	3
EBSCO Host	0
Emerald	5
Finance Journals <sup>1</sup>	0
KIT Bibliothek / Google Books / Google Scholar	33
IEEE	8
ProQuest	2
Sage Journals	3
ScienceDirect	9
T&F Online	1
Web of Science	0
<b>Total</b>	<b>66</b>

Tabelle 2-1 Übersicht Datenbanken

Tabelle 2-1 zeigt die Auswahl der wissenschaftlichen Datenbanken anhand derer mithilfe einer dynamischen SQ das Literaturset für diese Arbeit zusammengestellt wurde. Dynamisch meint hier eine gewisse Flexibilität bei der Anwendung der SQs, die unten näher erläutert wird. Die Literaturanalyse wurde auf alle Themenblöcke der methodischen und thematischen Grundlagen der Arbeit angewandt. Auf Grundlage einer ersten grundlegenden Recherche

<sup>1</sup> Über die aufgelisteten Datenbanken hinaus wurde innerhalb der Top 10 gelisteten Finance Journals (siehe dazu <https://www.scimagojr.com/journalrank.php?category=2003>) allein nach dem Schlagwort „Carsharing“ gesucht, mit jeweils 0 Ergebnissen.

wurden entsprechende SQs für die einzelnen Themen entwickelt, diese sind in Tabelle 2-2 dargestellt. Da in überwiegend internationalen Datenbanken gesucht wurde, finden sich mehrheitlich englische Begriffe in den SQs wieder.

Thema	Schlüsselwort (bei mehreren ggf. mit OR verknüpft)	AND	Dynamische Add-ons (mit OR verknüpft)		
Literaturanalyse	literature review literature analysis		structured	systematic	
Experteninterview	expert interview		method	approach	conduct*
TCO	total cost of ownership		method concept life cycle cost analysis	approach car	conduct* model
Wirtschaftlichkeits- rechnung	profitability analysis Wirtschaftlichkeits- rechnung		cost analysis business case analysis carsharing	economic value (added) investment decision (support) cost structure analysis	business case evaluation investment decision framework Kostenschätzung
Mobilität	mobility		autonomous (mobility on demand (= AMoD)) co2 footprint urban / smart mobility use* multimodal	mobility as a service market data germany driverless future mobility concepts	networked future demand technolog*
Carsharing	carsharing		cost structure cost(-based) analysis pricing (strategies) economy cell mobility relocation machine learning market analysis / structure	cost structure analysis finance / controlling Wirtschaftlichkeit autonomous future potentials matching algorithms	profitability (analysis) business case Kosten(struktur)analyse cost impact* networked / interlinked unoccupied distance optimization (problems)
Autonomes Fahren	autonomous driving		SAE regulatory / law	cost* (impacts) vehicles	technolog*

Tabelle 2-2 Übersicht der jeweiligen themenbezogenen SQs

Die obige Tabelle zeigt die für die jeweiligen Themen entwickelten SQs. Die Tabelle ist folgendermaßen zu verstehen: In Spalte 1 wird das Themengebiet vorgegeben. Spalte 2 („Schlüsselwort“) beinhaltet die Schlagworte, die zwingend in jeder Suche zum Themengebiet vorkommen müssen. Sollten dort mehrere aufgelistet sein, sind diese ggf. durch den Operator „OR“ miteinander verknüpft. Spalten 4, 5 und 6 beinhalten die dynamischen add-ons. Dies bedeutet innerhalb der Datenbanksuche können verschiedene Kombinationen dieser Begriffe genutzt werden, die jeweils mit einer „OR“-Verknüpfung miteinander verbunden sind. Je nach Ergebnismenge wurden die SQs dynamisch angepasst und variiert. Suchbegriffe der zweiten und der folgenden Spalten sind zwingend mit einem „AND“-Operator verknüpft. Eine Beispiel-SQ für das Themengebiet Experteninterviews könnte also wie folgt lauten: („*expert interview*“ AND (*method OR approach OR conduct\**)). Für das Thema „Carsharing“ wurden die Datenbanken zuerst allein nach dem Begriff „Carsharing“ durchsucht, um einen Eindruck zu bekommen, wie viele Publikationen generell zu dem Thema existieren. Für diese Arbeit wurde die Suche in der Regel innerhalb der Abstracts begrenzt. Wildcards (\*-Suffixes bei manchen Begriffen) bieten die Möglichkeit Variationen eines Begriffs (z.B. Plural oder Verben und

Substantive mit gleichem Wortstamm) zu inkludieren. Tabelle 2-1 zeigt die quantitativen Ergebnisse pro Datenbank.

Nach der Untersuchung der jeweiligen Abstracts aussortiert bzw. nicht in die engere Auswahl genommen wurden Publikationen aus folgenden Gründen: (i) thematisch nicht zur Fragestellung der Arbeit passend, (ii) kein Zugang zu den Publikationen möglich (auch nicht über die Kanäle der Universität), (iii) Publikation weder in englischer noch in deutscher Sprache zugänglich, (iv) Betrachtung nicht vergleichbarer Märkte (wie z.B. China), (v) Ergebnisse der Google Scholar- und Google-Suchen wurden auf die ersten fünf Ergebnisseiten begrenzt. Gleichzeitig erfolgte eine Einordnung der Relevanz der Publikationen nach folgender Rangordnung: (i) Fach-/Sachbücher, (ii) häufig zitierte Publikationen, (iii) Publikationen wissenschaftlicher Datenbanken (peer-reviewed als Qualitätsmerkmal), (iv) Zeitungsartikel, (v) Ergebnisse einer einfachen Google-Suchanfrage.

An dieser Stelle kann festgehalten werden, dass die systematische Literaturrecherche nur begrenzt Ergebnisse im Bereich Carsharing liefern konnte (2-stellige bis niedrige 3-stellige Zahl an Ergebnissen pro Datenbank), besonders dann, wenn CS in Kombination mit Profitabilitäts- und Kostenstichpunkten gesucht wurde.

## 2.2 Experteninterview

Um die hinsichtlich anbieterseitigen Kostenstrukturen begrenzten Ergebnisse der Literaturrecherche weiter anzureichern, wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Experteninterview (EI) mit einem CS-Anbieter durchgeführt. Zunächst soll in diesem Kapitel die zugrundeliegende Theorie dargelegt werden. Der Prozess ist vereinfacht in Abbildung 2-2 dargestellt.

Zunächst wird unterschieden welche Form von Wissen mit dem Interview akquiriert werden soll. [BML 14] unterscheidet hierzu technisches von Prozess- und Deutungswissen. *Technisches Wissen* umfasst objektive Fakten und verifizierbare Tatsachen, zu denen die befragten Experten einen exklusiven Zugang besitzen. Im Allgemeinen eignen sich EIs nicht unbedingt für die Gewinnung von technischem Wissen, da objektive Fakten als nachprüfbar gelten und sich auch Experten irren können. Sollten die gewünschten Informationen allerdings schwer oder nicht greifbar sein, sind EIs ein probates Mittel.

*Prozesswissen* zielt auf die Kenntnis eines bestimmten Prozessablaufs ab, zu dem der Experte besonderes Erfahrungswissen besitzt.

*Deutungswissen* als dritte Wissensform stellt die subjektiven Ansichten des Experten heraus, es handelt sich also nicht nur um Sach- bzw. Fachkenntnis in einem spezifischen Bereich, sondern geht darüber hinaus in eine Interpretations- und Deutungsebene über. [BML 14, S. 17ff.] Das EI in dieser Arbeit zielt v.a. auf technisches – und in diesem Fall internes, nicht recherchierbares – Wissen eines CS-Anbieters ab. Die Zuordnung der Wissensform zu dem

generierten Expertenwissen nimmt dabei der Fragesteller bzw. der Autor der Arbeit selbst vor. [BML 14, S. 19f.] Da es um objektive, aber nicht öffentlich zugängliche Kosteninformationen geht, die erschlossen werden sollen, schließen sich Prozess- und Deutungswissen aus.



Abbildung 2-2 Prozess zur Vorbereitung und Durchführung des Experteninterviews nach [BML 14]

Weiterhin können EIs in explorative (ergänzende Methode) bzw. fundierende EIs (zentrale Methode) aufgeteilt werden. Da die Methode im Rahmen dieser Arbeit eine Ergänzung zu anderen Methoden darstellt, wird das EI hier explorativ genutzt. In Kombination mit der Unterscheidung in Sach- und Deutungswissen ergeben sich folgende vier Varianten von EIs [BML 14, S. 22] (hervorgehoben ist die Klassifizierung für diese Arbeit; explorativ und informatorisch):

	Exploratives EI	Fundierendes EI
Informatorisches EI	EI zur explorativen Datensammlung	Systematisierendes EI
Deutungswissens-orientiertes EI	EI zur Exploration von Deutungen	Theoriegenerierendes EI

Tabelle 2-3 Varianten des EIs nach [BML 14, S. 23]

Da nicht Teil dieser Arbeit wird auf die vertiefende Theorie zu systematisierenden und theoriegenerierenden EIs nicht weiter eingegangen. Bei Interesse zu dem Thema sei an dieser Stelle auf die Publikation von [BML 14] verwiesen.

Zur Durchführung des EIs ist ein vorhandenes Basiswissen im jeweiligen Themengebiet unerlässlich. Dieses wird in dieser Arbeit durch die systematische Literaturrecherche gewährleistet.

Anschließend folgt die Erstellung eines Interviewleitfadens. Dieser dient der Strukturierung und als Hilfestellung während des Gesprächs. [BML 14, S. 26ff.] empfiehlt drei bis maximal acht Themenblöcke zu definieren und zu jedem Themenblock sowohl Haupt- als auch Ergänzungsfragen zu formulieren. Hauptfragen sind dabei als zu stellende Pflichtfragen zu verstehen, Ergänzungsfragen als mögliche Fragen in Abhängigkeit des Gesprächsverlaufs. Grundsätzlich bietet es sich an, das Gespräch (unter der Voraussetzung des

Einverständnisses des Interviewpartners) per Audioaufnahme zu dokumentieren, um so wenig Informationen wie möglich aus dem Gespräch zu verlieren. [BML 14, S. 38f.] Im Anschluss an das Gespräch bieten sich mehrere Möglichkeiten die Tonaufnahme zu verschriftlichen. Hierbei kann entweder vollständig transkribiert, also Wort für Wort verschriftlicht, oder aber ein im Umfang etwas reduzierteres Protokoll angefertigt werden. Stehen mehr Daten und Fakten im Vordergrund, wie bei dem für diese Arbeit durchgeführten EI, gelten Interviewprotokolle als ausreichend. [BML 14, S. 40ff.]

Ist das Interview geführt und dokumentiert worden, geht es im nächsten Schritt um die Auswertung des Interviews. Hier hat sich in der Sozialforschung, die maßgeblich mit Experteninterviews arbeitet, keine Methode als besonders überlegen herausstellen können. Für informatorische Interviews bietet sich allerdings insbesondere die qualitative Inhaltsanalyse an. [BML 14, S. 68f.] Hierbei wird ein thematisches Kategoriensystem entwickelt, dem die Antworten und Ergebnisse der Interviews zugeordnet werden können, um so die eigentliche Forschungsfrage anhand der Inhaltsanalyse beantworten zu können. [BML 14, S. 70ff.] Auf die Methode des Kodierens wird hier in der Auswertung deshalb verzichtet, da sich das Kodieren vor allem für eine Vielzahl von Interviews eignet, die in der Skizzierung einer Theorie mündet. [BML 14, S. 75]

Die konkrete Ausgestaltung des Interviewleitfadens finden sich im Anhang dieser Arbeit (Anhang 15-31).

Das Interview dient im Rahmen dieser Arbeit insbesondere der Validierung der erzielten Ergebnisse. Weitere Hinweise zum durchgeführten Interview finden sich in Kapitel 8.3.

## 2.3 TCO-Rechnung

Um im Laufe der Arbeit den privaten PKW-Besitz der Nutzung von Carsharing gegenüberstellen und vergleichen zu können bedient sich die Arbeit der Methode des Kostenvergleichs mittels der Berechnung der Total Cost of Ownership, also der Betrachtung aller anfallenden Kosten durch den Besitz bzw. der Nutzung eines Gutes.

Seinen Ursprung hat die TCO-Methode in den 80er Jahren in der Bewertung des Einkaufs und des Unterhalts von IT-Equipment, da gerade dort nicht nur Anfangsinvestitionen, sondern insbesondere auch in hohem Maße laufende Kosten während des Betriebs der IT-Infrastruktur anfallen, die über den Nutzungszeitraum ebenfalls berücksichtigt werden sollten. [Bre 10, S. 25]

TCO wird im industriellen Umfeld oftmals zur Lieferantenbewertung und deren Vergleich herangezogen und geht über die klassische Kostenrechnung hinaus, d.h. Lieferanten werden anhand dieser Methode nicht nach dem günstigsten Kaufpreis eines Gutes oder einer Dienstleistung ausgewählt, sondern auch danach, welcher Kauf die geringsten Folgekosten verursacht (z.B. Qualitätsmängel, Lieferausfälle, etc.). [EISi 93, S. 163, Ell 95, S. 5] Die TCO-

Methode berücksichtigt verborgene Kostenfaktoren, die über die direkten Kosten hinausgehen, wie beispielsweise Transaktionskosten im Vorfeld bzw. nach Erwerb eines Objektes. So bedarf es vor einer Investition beispielsweise einer Recherche über mögliche Bezugsquellen und einer Marktsondierung hinsichtlich des zu beschaffenden Objekts. Nach der Transaktion selbst fallen möglicherweise weitere Kosten aufgrund eigener Qualitätsprüfungen, möglicher Leistungsausfälle etc. an. [Eil 93, S. 49] Bezogen auf den Kauf eines PKWs beinhalten ex ante Transaktionskosten z.B. die Sondierung des Fahrzeugmarktes und eine Preisanalyse des favorisierten Fahrzeugs sowie Kosten aufgrund asymmetrischer Informationsverteilung auf Käufer- und Verkäuferseite (damit eng verwandte Themen: Adverse Selektion, The Market of Lemons, siehe dazu bei vertieftem Interesse insbesondere [Ake 70]). Ex post Transaktionskosten beinhalten in diesem Fall den Unterhalt des Fahrzeugs, sowie z.B. ggf. unerwartete Reparaturen. Die identifizierten Kostenblöcke können somit in drei Bereiche gegliedert werden: ex ante Transaktionskosten, Transaktionskosten und ex post Transaktionskosten. Das bedeutet also eine zeitliche Aufteilung der Kosten vor, während und nach der Transaktion bzw. Investition. [Bre 10, S. 29] Abbildung 2-3 gibt hierzu eine beispielhafte Übersicht.

Die TCO-Methode erhebt nicht den Anspruch alle relevanten Kosten in einem erschöpfenden Rahmen zu betrachten, vielmehr geht es um eine Auswahl der wichtigsten Kostenfaktoren. [Eil 94, S. 171] schlägt vor, hierzu das Paretoprinzip anzuwenden, nach dem 80 % der Kosten von 20 % der Kostenverursacher zustande kommen und diese somit als die relevanten Kosten definiert werden.

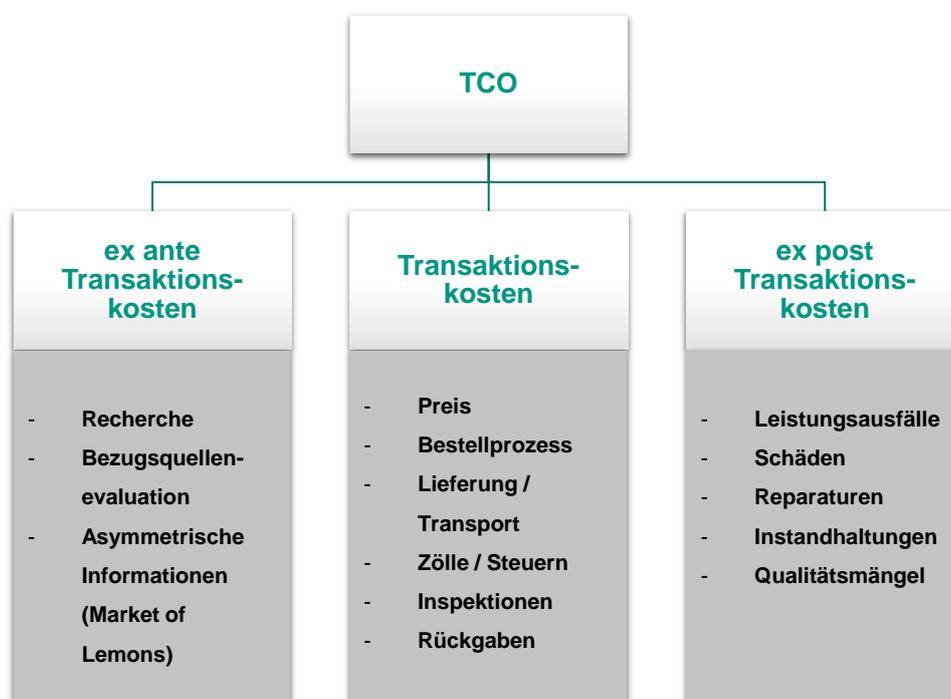


Abbildung 2-3 Übersicht Transaktionskosten in Anlehnung an [Bre 10, S. 29]

Um die Methode anzuwenden, gibt es kein eindeutiges Vorgehen oder einen „Goldstandard“. Jede Investition sollte individuell betrachtet und finanziell bewertet werden. [FePI 02, S. 28, Ell 94, S. 188] Allerdings kann bei wiederkehrenden ähnlichen Investitionen ein standardisiertes TCO-Modell entwickelt werden, was zu den unterschiedlichen Arten von TCO-Modellen führt: standardisierte und individualisierte Modelle, die je nach Beschaffungssituation neu zu entwickeln bzw. anzupassen sind. [EISi 98, S. 67, Ell 94, S. 177f., Bre 10, S. 26f.] Darüber hinaus kann zwischen monetären und wertbasierten TCO-Modellen unterschieden werden. Monetäre Modelle erfassen messbare Kostenanteile und ergeben zusammen mit dem Kaufpreis eine Summe, die auf die Anzahl der beschafften Güter verteilt wird, womit sich ein TCO-Wert pro Stück ergibt. Dabei kann weiterhin in direkte und indirekte Kosten aufgegliedert werden, wobei indirekte Kosten häufig nach einem definierten Verteilschlüssel auf die Güter verteilt werden. Wertbasierte Modelle vergeben für definierte, schwer monetär messbare Kategorien Punktzahlen. Über mehrere Kategorien ergibt sich dann eine Gesamtpunktzahl in Abhängigkeit der maximal möglichen Punktzahl. Die Differenz wird normiert auf die Gesamtpunktzahl als Kosten- oder Preiszuschlag verrechnet (siehe dazu Abbildung 2-4). [Bre 10, S. 27f.]

monetärer Ansatz		wertbasierter Ansatz		
Kostenelement	Quantifizierung	Kategorie (qualitativ)	Punktzahl	max. Punktzahl
A	50 €	A	8	10
B	10 €	B	9	10
C	40 €	C	10	10
D	30 €	D	9	10
Summe	130 €	Summe	36	40

Preiszuschlag nach wertbasierter Methode:  $(40-36)/40 + 1 = 1,1$   
 TCO pro Stück: Kaufpreis \* Zuschlag: z.B. 50 € \* 1,1 = 55€ (=TCO)

Abbildung 2-4 Vergleich monetärer und wertbasierter TCO-Ansatz nach [Ell 95, S. 12f.]

Kostenkategorien können definiert und in weitere Kostentreiber unterteilt werden, der Strukturierung eines Kostensystems in einem TCO-Modell sind dabei keine Grenzen gesetzt. [Bre 10, S. 34f.] Die genaue Zusammensetzung der Kostenfaktoren beim PKW-Besitz bzw. bei der Nutzung von Carsharing wird in Kapitel 4 näher beleuchtet.

Neben den traditionellen Kostenansätzen (reiner Kaufpreis) existieren abgesehen von TCO noch weitere verwandte Kostenansätze: Life-cycle costing (LCC) und Zero-base costing (ZBC). LCC oder Lebenszykluskosten betrachten stärker Kosten im gesamten Lebenszyklus eines Produktes und eignen sich für die Betrachtung eher aus Anbietersicht, weniger aus Sicht eines Konsumenten, da er das angebotene Produkt nicht herstellt. [Bre 10, S. 30] ZBC hat das Ziel die Kostenstruktur des Anbieters bzw. des Lieferanten zu verstehen, indem ein Produkt von Grund auf unabhängig bewertet wird und um gemeinsam mit dem Lieferanten

Kostensenkungspotenziale zu realisieren. Dies setzt eine Offenlegungsbereitschaft bzw. Kooperationsbereitschaft auf Lieferantenseite voraus. [EISi 93, S. 174, Ell 95, S. 5]

## **2.4 Annahmenentwicklung & Wirtschaftlichkeitsrechnung**

An dieser Stelle soll der Prozess der Annahmenentwicklung sowie das Vorgehen bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse beschrieben werden.

### **2.4.1 Annahmenentwicklung**

Für die Definition der Kostenbausteine des jeweiligen Anwendungsfalls sei auf die Ausführungen zu den Themen TCO sowie Literaturrecherche verwiesen. Die Quantifizierung der identifizierten Kostenblöcke erfolgt, falls nicht bereits über die Ergebnisse der Literaturrecherche abgedeckt, anhand Recherchen seriöser Datenquellen. Beispielsweise greift die Arbeit auf aktuelle Einwohner- und Fahrzeugbestandszahlen zurück und beruft sich dabei auf Daten des statistischen Bundesamts bzw. des Kraftfahrtbundesamts in Deutschland. Ebenso werden alle weiteren Quantifizierungen nachvollziehbar dokumentiert.

Im Falle mehrerer Angaben unterschiedlicher Quellen zu einer bestimmten Kennzahl, verfolgt diese Arbeit den Ansatz des Vorsichtsprinzips, auch bekannt unter der Bezeichnung *prudence principle*. Im Bereich des Rechnungswesens versteht man hierunter ein konservatives Vorgehen bei der bilanziellen Anerkennung von Umsätzen und Kosten. Kosten und negative Ereignisse sollen dabei so früh wie möglich berücksichtigt, Umsätze und Gewinne erst, wenn sie mit hoher Sicherheit eintreten werden. Bilanziell kann darunter auch eine fortlaufende Unterbewertung des Anlagevermögens verstanden werden, um einer Überschätzung entgegenzuwirken. [MHU 15, S. 739]

Existieren für bestimmte Werte mehrere Ergebnisse in der Literatur oder in anderen Quellen (z.B. unterschiedliche Kostenangaben) so wird versucht eine möglichst konservative Annahme für die Berechnungen dieser Arbeit zu treffen. Dies bedeutet im Umkehrschluss, mögliche Kosten werden bewusst tendenziell eher am oberen Ende der Bandbreite angenommen, um auch in der Realität möglichst belastbare Schlussfolgerungen treffen zu können. Würden Modelle aufgrund zu niedrig angenommener Kosten als profitabel eingeschätzt werden und könnten diese Ergebnisse der Realität nicht standhalten, wäre dies als deutlich negativer zu bewerten als eine etwas zu hohe Schätzung der Kosten mit konkreter Profitabilitätsaussage, die sich in der Realität sogar verbessert darstellt.

### **2.4.2 Methoden der Wirtschaftlichkeitsberechnung**

Im Folgenden werden die gängigsten Methoden zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer Investition beschrieben. Unterscheiden lassen sich diese in statische und dynamische Methoden. Tabelle 2-4 gibt eine Übersicht:

Statische Methoden	Dynamische Methoden
Kostenvergleichsrechnung	Kapitalwertmethode (NPV)
Gewinnvergleichsrechnung	Interne Zinsfuß-Methode (IRR)
Rentabilitätsrechnung	Annuitätenmethode
Amortisationsrechnung	dyn. Amortisationsrechnung

Tabelle 2-4 Übersicht ausgewählter Methoden der Wirtschaftlichkeitsberechnung [Voe 12, S. 345, Voe 12, S. 375]

Finanzflüsse unterliegen in aller Regel einer zeitlichen Verteilung und erstrecken sich über mehrere zeitliche Perioden. Aus diesem Grund existiert der Zeitwert des Geldes. Die Nutzung oder Verfügbarkeit von Geld in der Zukunft ist aus heutiger Sicht (rein ökonomisch und nutzenmaximierend betrachtet) weniger wert, als über dasselbe Geld bereits heute verfügen zu können. Für die Bewertung dieses Gegenwartswerts zukünftiger Zahlungsströme (auch bekannt als Barwert oder present value) müssen diese auf ihren heutigen Wert diskontiert, also abgezinst werden. [Voe 12, S. 366] Diese Logik folgt der Analogie des Geldanlegens nur in die andere Richtung gedacht. Legt eine Person heute Geld für einen festen Zeitraum an, so erhält sie (normalerweise) eine Prämie dafür, die Zinsen. Somit vermehrt sich das Geld über die Zeit und ein heute angelegter Betrag ist heute bzw. in der Zukunft nominal unterschiedlich viel wert. [Voe 12, S. 365]

Unter *statische Methoden* der Investitionsrechnung fallen Methoden, die die zeitliche Verteilung der Geldflüsse zwar ggf. nach zeitlichen Perioden berücksichtigen, diese unterschiedlichen Fälligkeitszeitpunkte allerdings nicht „einpreisen“ bzw. diskontieren. 1.000 € werden aus heutiger Sicht für jede Periode gleich bewertet, 1.000 € in zehn Jahren sind also auch aus heutiger Sicht 1.000 € wert. [Voe 12, S. 344ff.]

*Dynamische Methoden* hingegen berücksichtigen diesen Zeitwert durch einen Diskontierungszinssatz. Geldzuflüsse, die beispielsweise in früheren Perioden anfallen, werden durch eine geringere Diskontierung höher bewertet als die, die später folgen, da frühere Erträge über einen längeren Zeitraum anderweitig angelegt werden können und Zinsen erwirtschaften können. [Voe 12, S. 344]

Beispiel: Ein positiver Zahlungsstrom von 2.000 € pro Jahr über einen Zeitraum von fünf Jahren soll aus heutiger Sicht (Periode 0) bewertet werden. Der Diskontierungszinssatz oder Kalkulationszins wird mit  $r_c = 10\%$  angenommen. (Formeln im Folgenden nach [Voe 12, S. 366ff., Her 14, 14ff.]

Periode	0	1	2	3	4	5
Zahlungsstrom	-	+ 2.000 €	+ 2.000 €	+ 2.000 €	+ 2.000 €	+ 2.000 €

Tabelle 2-5 Übersicht der Zahlungsströme

**Statisch:**

$$pv_s = cf_1 + cf_2 + cf_3 + cf_4 + cf_5$$

$$pv_s = 2.000 \text{ €} + 2.000 \text{ €} + 2.000 \text{ €} + 2.000 \text{ €} + 2.000 \text{ €} = 10.000 \text{ €}$$

**Dynamisch:**

$$pv_d = \frac{cf_1}{(1+r_c)^1} + \frac{cf_2}{(1+r_c)^2} + \frac{cf_3}{(1+r_c)^3} + \frac{cf_4}{(1+r_c)^4} + \frac{cf_5}{(1+r_c)^5}$$

$$pv_d = \frac{2.000 \text{ €}}{(1+0,1)^1} + \frac{2.000 \text{ €}}{(1,1)^2} + \frac{2.000 \text{ €}}{(1,1)^3} + \frac{2.000 \text{ €}}{(1,1)^4} + \frac{2.000 \text{ €}}{(1,1)^5} = 7.581,57 \text{ €}$$

**Legende:**

$pv_s$  = Barwert statisch (present value static)

$pv_d$  = Barwert dynamisch (present value dynamic)

$r_c$  = Kalkulationszins (discount rate for calculation)

$cf_t$  = Zahlungsstrom zum Zeitpunkt  $t$  (cash flow at period  $t$ )

In dieser Arbeit werden insbesondere für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit eines CS-Angebots in einem fiktiven Mobilitätsszenario dynamische Methoden der Investitionsrechnung verwendet. Hierzu werden die Kapitalwertmethode sowie die Interne-Zinsfuß-Methode (engl. internal rate of return – IRR) näher beleuchtet.

Bei Interesse an der Vorgehensweise der anderen Methoden wird an dieser Stelle auf die Publikation von [Voe 12] verwiesen.

**Kapitalwertmethode**

Die Kapitalwertmethode (engl. net present value – NPV) betrachtet eine Investition über mehrere Perioden aus heutiger Sicht und verwendet dabei einen Kalkulationszinssatz. Sie ähnelt damit sehr dem obigen Beispiel einer dynamischen Berechnungsmethode. Für jede Periode werden die erwarteten Gewinne berechnet, auf den Anfangszeitpunkt diskontiert und anschließend mit dem anfänglichen Investitionsvolumen verrechnet. Zur obigen Formel würde

also noch eine anfängliche negative Auszahlung hinzukommen. Das Ergebnis dieser Berechnung (Kapitalwert =  $C_0$ ) lässt Aussagen zur Wirtschaftlichkeit der Investition zu:

- $C_0 = 0$  – Die Investition leistet eine Amortisation über den betrachteten Zeitraum und erwirtschaftet eine Verzinsung in Höhe des zuvor festgelegten Zinssatzes.
- $C_0 > 0$  – Die Investition amortisiert sich über den betrachteten Zeitraum und erwirtschaftet eine Verzinsung, die höher liegt als die angenommene kalkulatorische Verzinsung.
- $C_0 < 0$  – Die Investition schafft es nicht die kalkulatorische Verzinsung bzw. eine Amortisation zu erreichen und gilt damit als nicht vorteilhaft.

Eine Investition gilt nach der Kapitalwertmethode als vorteilhaft, sobald der Kapitalwert den Wert 0 erreicht oder übersteigt.

Der Kalkulationszinssatz orientiert sich in der Regel an subjektiven Renditevorstellungen einer Investition und folgt keinem eindeutigen Standard. Der Zinssatz kann im Falle einer Fremdkapitalaufnahme dem Fremdkapitalkostensatz gleichen. Der Kapitalwert beantwortet dann die Frage, ob die Investition sowohl die Zinsen als auch die Investitionskosten selbst über den Zeitraum decken kann. [Voe 12, S. 375ff., Her 14, S. 16]

### **Interne Zinsfuß-Methode (IRR)**

Um bei der Festsetzung eines Zinssatzes flexibler zu agieren und mit der Berechnung direkt mehr in Richtung intrinsischer Rentabilität der Investition zu blicken, bietet sich die IRR-Methode an. Die Berechnung erfolgt analog zur Kapitalwertmethode, allerdings wird hier kein Kalkulationszinssatz im Vorfeld festgelegt. Ziel ist durch die Berechnung und die Setzung des Kapitalwertes auf 0 den Zinssatz als Unbekannte herauszulösen. Somit ergibt sich genau der Zinssatz, bei dem der Kapitalwert über den Betrachtungszeitraum gerade 0 wird und damit die Rentabilität bzw. die jährliche mittlere Verzinsung der Investition. Die IRR gilt als eine der bedeutendsten dynamischen Berechnungsverfahren, da sie für eine dynamische Investition unter der Berücksichtigung unterschiedlicher Zahlungsströme und einer Verzinsung Aussagen über die Rentabilität treffen kann. [Voe 12, S. 379ff.]

### 3 Thematische Grundlagen

In diesem Kapitel geht es um die Grundlagen thematischer Art. Im Folgenden werden die Bereiche Mobilität, Carsharing und autonomes Fahren, sowie abschließend ein technologischer Ausblick der Mobilität von morgen und eine Einschätzung zum aktuellen Stand der Forschung zur Wirtschaftlichkeit von Carsharing behandelt.

#### 3.1 Mobilität

Um hinsichtlich der wirtschaftlichen Untersuchung von Carsharing, besonders auch im Hinblick auf die Analyse eines fiktiven Mobilitätsszenarios, belastbare Annahmen hinsichtlich des Mobilitätsverhaltens treffen zu können, bedarf es zunächst eines Überblicks der heutigen Mobilität in Deutschland. Hierzu werden im Rahmen dieser Arbeit zwei umfassende Mobilitätsauswertungen basierend auf repräsentativen Stichproben vorgestellt. Zum einen handelt es sich dabei um das deutsche Mobilitätspanel (MOP), beauftragt vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) und wissenschaftlich begleitet vom Institut für Verkehrswesen des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und zum anderen um den Ergebnisbericht einer ebenfalls vom BMVI beauftragten Studie, durchgeführt vom ifas Institut für angewandte Sozialwissenschaft, dem Bericht „Mobilität in Deutschland“ (MiD). [ECM 21, iDI 19a]

Grundsätzlich kann Mobilität mit verschiedenen Verkehrsmitteln umgesetzt werden. Daher lässt sich Mobilität anhand ihrer Modalität differenzieren. Intermodale Mobilität beschreibt beispielsweise die Nutzung mehrerer Verkehrsmittel innerhalb einer Wegstrecke. Multimodale Mobilität hingegen meint die Nutzung eines Verkehrsmittels für einen Weg, grundsätzlich aber die Nutzung verschiedener Verkehrsmittel für verschiedene Wege. [JSS 15, S. 151]

Unser heutiges Mobilitätsverhalten basiert hauptsächlich auf günstigen, fossilen Energieträgern (Öl, Kohle, Gas), hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen und individueller Mobilität. [FPB 17, S. 368] Angesichts des fortschreitenden Klimawandels sind sich WissenschaftlerInnen einig, dass einschneidende Veränderungen, auch im Mobilitätssektor vorzunehmen sind. [FPB 17, S. 368, Pav 15, S. 400] Werden hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion in Deutschland die Verkehrsmittel betrachtet, so ragt der motorisierte Individualverkehr (MIV) mit etwa 117 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr heraus und stellt einen bedeutenden Hebel zur Emissionsreduktion im Mobilitätssektor dar. [MRC 20, S. 75] Carsharing und mit der Automobilbranche verbundene Technologiesprünge der Zukunft, die im Rahmen dieser Arbeit an späterer Stelle näher ausgeführt werden, stellen ein effektives Mittel dar, um Reduktionsziele zu erreichen und die Mobilität der Menschen gleichzeitig auf einem ähnlich individuellen Level beizubehalten.

Da der Fokus besonders auf der PKW-Nutzung in Deutschland liegen soll, seien an dieser Stelle die aktuellen statistischen Kennzahlen für Deutschland erwähnt, die sich in späteren Berechnungen und als Vergleichsgrundlage in den folgenden Abschnitten wiederfinden werden: Die Einwohnerzahl Deutschlands lag zum 31.12.2021 bei 83.237.124 Einwohnern. [Sta 22e] Der Fahrzeugbestand in Deutschland (PKW) betrug zum 01.01.2022 48.540.878 Fahrzeuge. [Kra 22a] Damit ergibt sich für das aktuelle Jahr eine Fahrzeugdichte von 583,16 Fahrzeugen pro 1.000 Einwohnern, eine Fahrzeugverfügbarkeit von 0,58 Fahrzeugen pro Einwohner, sowie eine Fahrzeugbesetzungsquote von 1,72 Einwohner pro Fahrzeug. Zum Vergleich: 2008 lag der Fahrzeugbestand in Deutschland bei 41.183.594 Fahrzeugen. Damals bedeutete dies eine Fahrzeugverfügbarkeit von 0,5 Fahrzeugen pro Einwohner und eine Fahrzeugbesetzungsquote von 1,99. [Hen 18, S. 108f.] Somit steigt die Fahrzeugverfügbarkeit pro Einwohner und die Besetzungsquote pro Fahrzeug sinkt, der Individualverkehr durch Privat-PKWs bleibt mit positivem Trend attraktiv, obwohl der Besitz eines Fahrzeugs sowie der Führerscheinbesitz gerade in der jüngeren Altersgruppe der 18-29-jährigen an Bedeutung einbüßt. [iDI 19a, S. 22, RKS 17, S. 27] Eckwerte wie eine 90%ige Führerscheinbesitzquote und ein regelmäßiger PKW-Zugang bei über 70 % der Befragten verdeutlichen den nach wie vor hohen Stellenwert des PKWs in unserer heutigen Mobilität. [ECM 21, S. 29ff.]

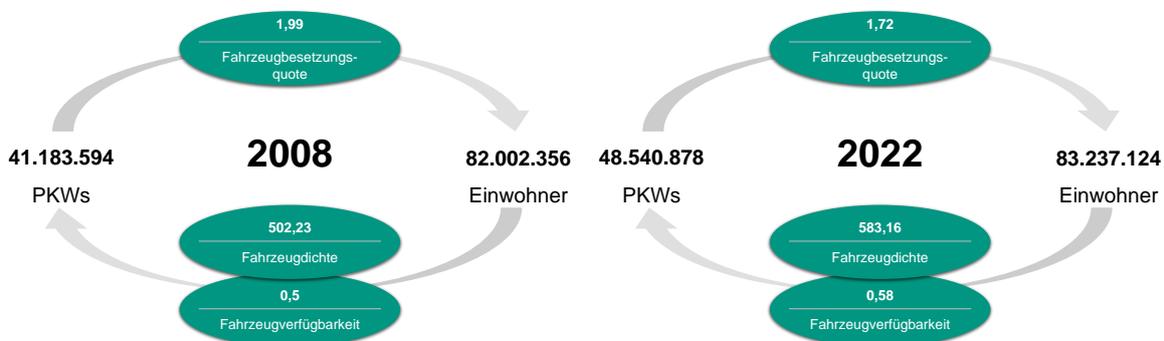


Abbildung 3-1 Fahrzeugbesetzungsquote und -verfügbarkeit 2008 und 2022 in Anlehnung an [Hen 18, S. 109]

Etwa 50 % des deutschen Fahrzeugbestands setzt sich aus Klein- und Kompaktwagen zusammen. Gleichzeitig ist ein positiver Trend im SUV-Segment zu erkennen, das den Mittelklasse-Anteil allmählich schrumpfen lässt. [Umw 22, Hen 18, S. 112]

Tabelle 3-1 stellt die Bestandskennwerte der PKWs in Deutschland für verschiedene Städte vergleichend zusammen. Auffällig ist hierbei Berlin mit einer verhältnismäßig geringen PKW-Ausstattung. Die jeweiligen PKW-Ausstattungen entstammen einem Excel-Dokument veröffentlicht vom KBA. [Kra 22a] Die Quellen der Einwohnerzahlen sind den Stadtnamen beigelegt. Die Städte referenzieren auf die Jahresenden 2020 oder 2021 bzw. Anfang 2022.

	<b>D</b> <b>[Sta 22e]</b>	<b>Berlin</b> <b>[Amt 22a]</b>	<b>München</b> <b>[Sta 22b]</b>	<b>Stuttgart</b> <b>[Sta 22c]</b>	<b>Karlsruhe</b> <b>[Amt 22b]</b>
Einwohner	83.237.124	3.775.480	1.562.700	603.548	303.907
PKW-Bestand	48.540.878	1.241.793	983.544	302.792	142.078
Fahrzeugdichte (PKW pro 1.000 Einwohner)	583,16	328,91	629,39	501,69	467,35
Fahrzeugverfügbarkeit pro Einwohner	0,58	0,33	0,63	0,50	0,47
Fahrzeugbesetzungsquote	1,71	3,04	1,59	1,99	2,14

*Tabelle 3-1 PKW-Bestandskennwerte für verschiedene Städte in Deutschland (D)*

Die Ergebnisse beider Mobilitätsberichte umfassen grundsätzlich alle Verkehrsmittel und betrachten Mobilität sowohl gesamthaft als auch unterteilt in die jeweiligen Verkehrsmodi. Im Rahmen dieser Arbeit liegt der Fokus auf der Gesamtmobilität sowie im Hinblick auf den Carsharing-Schwerpunkt der Arbeit auf der Mobilität durch PKWs, dem MIV. [ECM 21, S. 5]

### **3.1.1 Deutsches Mobilitätspanel (MOP)**

#### **3.1.1.1 Allgemeines zum MOP**

Das MOP wird seit 1994 jährlich im Auftrag des BMVI erhoben, um das Mobilitätsverhalten in Deutschland und dessen Veränderungen erfassen zu können und dient so als „kontinuierliches Monitoring-Instrument“ der Mobilität in Deutschland. [ECM 21, S. 1]

Hierbei führen alle Teilnehmenden innerhalb eines Zeitraums von einer Woche ein Wegetagebuch über alle Mobilitätsvorgänge und dazugehörigen relevanten statistischen Daten. Ebenso wird die Nutzung eines Personenkraftwagens (PKW), falls in Besitz, über einen Zeitraum von acht Wochen erfasst und ausgewertet. Teilnehmende Haushalte nehmen in der Regel in drei aufeinander folgenden Jahren an der Befragung teil, sodass Teile der Stichprobe regelmäßig erneuert werden („rotierende Panelerhebung“). [ECM 21, S. 1]

Der Erhebungszeitraum liegt zwischen September 2020 und März 2021 und legt damit insbesondere Mobilitätsveränderungen bedingt durch die Corona-Pandemie offen. Das Jahr 2019 wird im Bericht als Vergleichszeitraum herangezogen. [ECM 21, S. 2] Für diese Arbeit werden vorrangig die Daten aus dem Erhebungsjahr 2019 dokumentiert und für spätere Berechnungen zugrunde gelegt, um die Berechnungen möglichst unbeeinflusst von unvorhersehbaren Sondereffekten und Ereignissen zu gestalten, wie sie innerhalb der letzten

zwei Jahre durch die COVID-19-Pandemie und die militärische Auseinandersetzung zwischen der Ukraine und Russland zu Tage traten.

Insgesamt umfasst die Nettostichprobe des MOPs im Auswertungszeitraum 1.963 Haushalte, 3.461 Personen und 63.372 erfasste Wege. [ECM 21, S. 15]

### 3.1.1.2 Ergebnisse Alltagsmobilität

#### Verkehrsmittelnutzung

Insgesamt betrug das Verkehrsaufkommen im Jahr 2019 3,15 Wege pro Person und Tag, wovon 1,71 Wege (54 %) auf die Nutzung des MIV entfallen. [ECM 21, S. 34] Dabei wurden insgesamt 40,9 km und davon 28,3 km (69 %) im Rahmen des MIV zurückgelegt. [ECM 21, S. 35f.] Damit ergibt sich eine mittlere Weglänge von 12,98 km in der Betrachtung der Gesamtmobilität und von 16,55 km hinsichtlich des MIVs.

Ebenso untersucht wurden im MOP die jeweiligen Mobilitätszeiten: 80,1 Minuten war eine Person in Summe 2019 pro Tag unterwegs, 38,9 Minuten (49 %) davon mittels MIV. [ECM 21, S. 37] Dies führt zu einer berechneten Durchschnittsgeschwindigkeit des MIVs von 43,65 km/h.

Bei einer MIV-Nutzung von 38,9 Minuten pro Person und Tag ergibt sich eine jährliche MIV-Nutzung von 236,64 Stunden pro Person. Übersetzt in einen Nutzungsgrad bezogen auf die Zeit, die in einem Jahr zur Verfügung steht, bedeutet dies einen Nutzungsgrad von 2,7 % der Zeit. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von [FPB 17, S. 368], die einen PKW-Nutzungsgrad von 2,6 % der Zeit angeben.

Tabelle 3-2 stellt die Aufteilung der Mobilität nach Verkehrsmitteln in % der Verkehrsleistung für das Jahr 2019 dar.

Verkehrsmittel	Zu Fuß	Fahrrad	MIV	ÖPNV	Sonstige
Anteil in %	2 %	3 %	69 %	20 %	5 %

Tabelle 3-2 Verkehrsleistung nach Verkehrsmittel [ECM 21, S. 36]

#### Fahrzeugflotte

Für das Jahr 2020 ergibt sich laut MOP eine Fahrzeugdichte von 548 PKW pro 1.000 Einwohnern. [ECM 21, S. 31] Diese liegt zwischen den oben genannten Fahrzeugdichten im Jahre 2008 und 2022 und unterstreicht den positiven Trend der Fahrzeugausstattung in Deutschland. Das durchschnittliche Fahrzeugalter betrug im Jahr 2019 9,5 Jahre. [ECM 21, S. 54]

### **Fahrleistung**

Das MOP bestimmt die Fahrleistung mittels der Erfassung der zurückgelegten Distanzen über einen Frühjahres-Zeitraum von acht Wochen. Die sich dadurch ergebende Distanz wird durch die Anzahl der Berichtstage dividiert und anschließend mit 30 multipliziert, um die Fahrleistung für einen fiktiven Monat zu errechnen. Die Autoren weisen in ihrem Bericht darauf hin, dass diese sogenannte Frühjahresmonatsfahrleistung (FMFL) nicht ohne weiteres mit 12 multipliziert werden sollte, um die Jahresfahrleistung (JFL) zu bestimmen, da beispielsweise Langstreckenwege wie Urlaubsfahrten während Ferienzeiten in dieser Frühjahrserfassung unberücksichtigt bleiben. [ECM 21, S. 57] Mit dieser Information im Hinterkopf wird in dieser Arbeit dennoch die einfache Jahreshochrechnung auf Basis der Frühjahresmonatsfahrleistung des MOP vorgenommen (JFL I) und für spätere Berechnungen auf Grundlage von Vergleichsdaten angepasst. Im MOP ergibt sich für das Jahr 2019 eine Frühjahresmonatsfahrleistung von 1.051 km und damit eine theoretische Jahresfahrleistung bei gleichbleibender Mobilität von 12.612 km. [ECM 21, S. 57f.]

Würde die Jahresfahrleistung auf Grundlage der Wege bzw. zurückgelegten Kilometer pro Person und Tag berechnet (JFL II) so ergibt sich bei 28,3 km MIV pro Person und Tag eine JFL von 10.329,5 km.

### **Verbrauch**

Der durchschnittliche Flottenverbrauch der Fahrzeuge liegt laut MOP im Jahre 2019 bei 7,6 Litern pro 100 km (l/100km) für Benzinfahrzeuge und bei 6,8 l/100km für Dieselfahrzeuge. [ECM 21, S. 66]

Tabelle 3-3 fasst die Kennzahlen des MOP sowie weiterführende eigene Berechnungen (EB) nochmals übersichtlich zusammen.

Thematische Grundlagen

Kennzahl pro Person	Formelzeichen	Wert	Quelle	Berechnungsformel
Verkehrsaufkommen in Wegen pro Tag (gesamt)	$w_{MOP}^d$	3,15	Angabe MOP (MOP)	-
Verkehrsaufkommen in Wegen pro Jahr (gesamt)	$w_{MOP}^y$	1.149,75	Eigene Berechnung (EB)	$w_{MOP}^y = w_{MOP}^d * 365$
Verkehrsaufkommen in Wegen pro Tag (MIV)	$w_{MOP,MIV}^d$	1,71	MOP	-
Verkehrsaufkommen in Wegen pro Jahr (MIV)	$w_{MOP,MIV}^y$	624,15	EB	$w_{MOP,MIV}^y = w_{MOP,MIV}^d * 365$
Verkehrsleistung in km pro Tag (gesamt)	$s_{MOP}^d$	40,9	MOP	-
Verkehrsleistung in km pro Jahr (gesamt)	$s_{MOP}^y$	14.928,5	EB	$s_{MOP}^y = s_{MOP}^d * 365$
Verkehrsleistung in km pro Tag (MIV)	$s_{MOP,MIV}^d$	28,3	MOP	-
Verkehrsleistung in km pro Jahr (MIV) = JFL II	$s_{MOP,MIV}^y$	10.329,5	EB	$s_{MOP,MIV}^y = s_{MOP,MIV}^d * 365$
Ø Weglänge in km (gesamt)	$\bar{s}_{MOP}$	12,98	EB	$\bar{s}_{MOP} = s_{MOP}^d / w_{MOP}^d$
Ø Weglänge in km (MIV)	$\bar{s}_{MOP,MIV}$	16,55	EB	$\bar{s}_{MOP,MIV} = s_{MOP,MIV}^d / w_{MOP,MIV}^d$
Mobilitätszeit in min pro Tag (gesamt)	$t_{MOP}^d$	80,1	MOP	-
Mobilitätszeit in h pro Jahr (gesamt)	$t_{MOP}^{yh}$	487,28	EB	$t_{MOP}^{yh} = t_{MOP}^d * \frac{365}{60}$
Mobilitätszeit in min pro Tag (MIV)	$t_{MOP,MIV}^d$	38,9	MOP	-

Thematische Grundlagen

Kennzahl pro Person	Formelzeichen	Wert	Quelle	Berechnungsformel
Mobilitätszeit in h pro Jahr (MIV)	$t_{MOP,MIV}^{yh}$	236,64	EB	$t_{MOP,MIV}^{yh} = t_{MOP,MIV}^d * \frac{365}{60}$
Ø Wegzeit in min (gesamt)	$\bar{t}_{MOP}$	25,43	EB	$\bar{t}_{MOP} = \frac{t_{MOP}^d}{w_{MOP}^d}$
Ø Wegzeit in min (MIV)	$\bar{t}_{MOP,MIV}$	22,75	EB	$\bar{t}_{MOP,MIV} = \frac{t_{MOP,MIV}^d}{w_{MOP,MIV}^d}$
Ø Geschwindigkeit in km/h (MIV)	$\bar{v}_{MOP,MIV}$	43,65	EB	$\bar{v}_{MOP,MIV} = \frac{s_{MOP,MIV}^y}{t_{MOP,MIV}^{yh}}$
Zeitlicher Nutzungsgrad PKW / MIV	$\eta_{MOP,MIV}$	2,7 %	EB	$\eta_{MOP,MIV} = \frac{t_{MOP,MIV}^{yh}}{24} * \frac{1}{365}$
Fahrzeugdichte in Fzg. pro 1.000 Einwohnern (2020)	$\rho_{MOP,MIV}$	548	MOP	-
Ø Fahrzeualter	$\overline{age}_{MOP,MIV}^{vhcl}$	9,5	MOP	-
JFL nach FMFL hochgerechnet in km = JFL I	$s_{MOP,MIV}^{y,FMFL}$	12.612	EB	$s_{MOP,MIV}^{y,FMFL} = 1.051 * 12$
Flottenverbrauch Benzin in l/100 km	$c_{MOP}^{pet}$	7,6	MOP	-
Flottenverbrauch Diesel in l/100 km	$c_{MOP}^{die}$	6,8	MOP	-

Tabelle 3-3 Mobilitätskennzahlen pro Person MOP 2019 [ECM 21]

### **3.1.2 Mobilität in Deutschland (MiD)**

#### **3.1.2.1 Allgemeines zur MiD-Studie**

Die Studie Mobilität in Deutschland (MiD) wurde im Jahr 2017 zum dritten Mal nach 2002 und 2008 vom BMVI beauftragt und vom infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH in Kooperation mit dem Institut für Verkehrsforschung am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), der IVT Research GmbH sowie der infas 360 GmbH durchgeführt. Der Erhebungszeitraum der Studie erstreckt sich von Mai 2016 bis September 2017 und umfasste eine Gesamtstichprobe von 156.420 Haushalten, 33.389 davon dienen als bundesweite Basisstichprobe, 123.031 Haushalte entfielen auf regionale Vertiefungen. 316.361 Personen berichteten so im Rahmen der Studie über 960.619 Wege. Die Studie rechnet die Ergebnisse auf die Wohnbevölkerung Deutschlands für das Jahr 2017 (82.200.000 Einwohner) hoch und gibt so fundierte Auskunft über die Alltagsmobilität in Deutschland. [iDI 19a, S. 5]

#### **3.1.2.2 Ergebnisse Alltagsmobilität**

Für die Dokumentation der Studienergebnisse werden für diese Arbeit nicht die im MiD angegebenen Kennzahlen direkt übernommen, sondern deren Berechnung nachgestellt, um eine höhere Genauigkeit und bessere Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Einfaches Beispiel: Die Studie geht von 82,2 Millionen Einwohnern aus und gibt ein Gesamtverkehrsaufkommen in Wegen von 257 Millionen an. Bei der Berechnung der Wege pro Person pro Tag würde dies rund 3,13 ergeben, die Studie vermerkt für diese Kennzahl lediglich 3,1. [iDI 19a, S. 9]

Die Studie nimmt bei der Erfassung der Verkehrswege und -leistungen durch den MIV eine Differenzierung in MIV-Fahrer und MIV-Mitfahrer vor. Da die MIV-Mobilität pro Person im Mittelpunkt stehen soll, werden für Berechnungen die aggregierten Anteile aus Fahrer und Mitfahrer zugrunde gelegt, analog zum MOP. So ergeben sich bei der Anzahl der Wege ein MIV-Anteil von 57 % und bei den Kilometerleistungen ein 75%iger MIV-Anteil. [iDI 19a, S. 13]

#### **Verkehrsmittelnutzung und Fahrleistung**

Es ergeben sich also wie oben schon aufgezeigt laut MiD-Studie 3,13 Wege pro Person und Tag, wovon 1,78 Wege (57 %) auf den MIV entfallen. Weiterhin erhebt die Studie eine Verkehrsleistung von insgesamt 39,1 km pro Person und Tag bei einer Unterwegszeit von 85 Minuten. Für den MIV ergibt sich eine Verkehrsleistung von 29,32 km (75 %) und eine Unterwegszeit von 48,45 Minuten (57 %). [iDI 19a, S. 9] Daraus ergeben sich eine mittlere Weglänge der Gesamtmobilität von 12,51 km pro Person sowie von 16,46 km für den MIV und eine mittlere Unterwegszeit von 27,19 Minuten pro Person und Weg.

Dies führt zu einer berechneten Durchschnittsgeschwindigkeit des MIVs von 36,32 km/h.

Bei einer MIV-Nutzung von 48,45 Minuten pro Person und Tag ergibt sich eine jährliche MIV-Nutzung von 294,74 Stunden pro Person. Übersetzt in einen Nutzungsgrad bezogen auf die Zeit, die in einem Jahr zur Verfügung steht, bedeutet dies eine Nutzung von 3,36 % der Zeit. Hinsichtlich der JFL ergibt sich durch die Hochrechnung der MIV-Tagesfahrleistung von 29,32 km pro Person eine jährliche Fahrleistung von 10.703,56 km.

Die MiD Studie nimmt zudem eine Differenzierung der Verkehrsmittelnutzung nach regiostatischem Raumtyp vor (siehe Tabelle 3-4). Hier wird deutlich, dass je zentraler bzw. urbaner der Raumtyp ist, umso weniger Bedeutung erfährt der MIV als Hauptverkehrsmittel und umso intensiver werden öffentliche Verkehrsmittel (ÖV) genutzt. [iDI 19a, S. 13]

		Zu Fuß	Fahrrad	MIV-Fahrer	MIV-Mitfahrer	Summe MIV	ÖV
Stadtregion	Metropole	27%	15%	28%	10%	38%	20%
	Regiopol und Großstadt	24%	14%	37%	13%	50%	12%
	Mittelstädte, städtischer Raum	21%	10%	46%	15%	61%	8%
	Kleinstädtischer, dörflicher Raum	18%	8%	52%	15%	67%	7%
Ländliche Region	Zentrale Stadt	24%	13%	41%	15%	56%	7%
	Mittelstädte, städtischer Raum	20%	9%	49%	16%	65%	6%
	Kleinstädtischer, dörflicher Raum	17%	7%	56%	15%	71%	5%
	Ø	22%	11%	44%	14%	58%	9%

Tabelle 3-4 Anteile Hauptverkehrsmittel nach regiostatischem Raumtyp [iDI 19a, S. 13]

### Fahrzeugflotte

Die Studie geht von 43 Millionen PKWs in Privathaushalten aus [iDI 19a, S. 7] und berücksichtigt damit, dass nicht alle der knapp 46 Millionen zugelassenen Fahrzeuge im Jahr 2017 [Kra 17] in Haushalten verfügbar sind (sondern z.B. in Firmenfahrzeugflotten etc.). Bei einer Aufteilung der 43 Millionen Fahrzeuge auf 82,2 Millionen Einwohner ergibt sich nach dem MiD-Bericht eine Fahrzeugdichte von 523,1 Fahrzeugen pro 1.000 Einwohner.

### 3.1.3 Ergänzende Mobilitätsdaten

Eine weitere wichtige Datenquelle hinsichtlich der MIV-Mobilität in Deutschland ist das Kraftfahrtbundesamt. Dieses gibt die durchschnittliche jährliche PKW-Fahrleistung über alle Antriebsarten 2019 mit 13.602 km an und damit höher als die beiden vorgestellten Mobilitätsberichte. [Kra 21] Wie bereits im MOP angedeutet fließen in dieser Erhebung möglicherweise eher die in dem Mobilitätsbericht unzureichend berücksichtigten Langstreckenfahrten ein. Das KBA differenziert darüber hinaus die JFL nach Antrieben. So ergaben sich im Jahr 2019 für Benzin-Fahrzeuge 10.562 km pro Jahr, für Diesel-Fahrzeuge 19.884 und für Fahrzeuge mit sonstigen Antrieben 14.994 km. [Kra 21] Gemeinsam mit den prozentualen Antriebsverteilungen, die das KBA zum 01.01.2022 angibt (63,9 % Otto, 30,5 % Diesel, 5,6 % Sonstige) lässt sich die insgesamt angegebene JFL über einen gewichteten Mittelwert nachvollziehen. [Kra 22a]

[Hen 18, S. 119] geht in seiner Dissertation von 11.829 km für Fahrzeuge mit Ottomotor und von 22.338 km für Dieselfahrzeuge aus. Legt man diesen Fahrleistungen die aktuelle prozentuale Aufteilung des Fahrzeugbestands in Otto- und Dieselmotoren zu Grunde (Otto: 63,9 %; Diesel: 30,5 %) und bildet den gewichteten und normierten Mittelwert der Fahrleistung dieser beiden Antriebsarten ergibt sich hier eine kombinierte JFL von 15.224,39 km pro Jahr. [Kra 22a, Hen 18, S. 119] Auch das MOP vermerkt in seinem Bericht Unterschiede in der FMFL je nach Antriebsart. So fällt die durchschnittliche FMFL für Ottofahrzeuge im Jahr 2020 mit 630 km etwa 400 km niedriger aus als bei Dieselfahrzeugen. Auf ein Jahr hochgerechnet ergibt sich ein Unterschied der beiden Antriebsarten von etwa 5.000 km. [ECM 21, S. 62]

Um die Vergleichbarkeit der JFL-Zahlen zu gewährleisten, wird jeweils der antriebsübergreifende Jahresdurchschnittswert zugrunde gelegt, da auch die Mobilitätsberichte bei der Angabe der Fahrleistungen insgesamt keine Antriebsdifferenzierung vornehmen. Tabelle 3-5 fasst die Mobilitätsdaten des MiD analog zu Tabelle 3-3 zusammen. Abbildung 3-2 visualisiert die vorgestellten Mobilitätskennzahlen der beiden Mobilitätsberichte sowie der ergänzenden Daten im Direktvergleich zueinander. Hier wird deutlich, dass die meisten Kennzahlen unabhängig von der Publikation und in unterschiedlichen Zeiträumen nahe beieinander liegen und damit die Validität der Daten untermauert wird.

Thematische Grundlagen

Kennzahl	Formelzeichen	Wert	Quelle	Berechnungsformel
Zugrundeliegende Bevölkerungszahl	$pop_{MiD,abs}$	82.200.000	Angabe MiD (MiD)	-
Zugrundeliegender Fahrzeugbestand	$vhcl_{MiD,abs}$	46.000.000	MiD	-
Gesamtzahl erfasster Wege	$w_{MiD,abs}$	257.000.000	MiD	-
Gesamte erfasste Verkehrsleistung in km	$s_{MiD,abs}$	3.214.000.000	MiD	-
Wegeanteil MIV (Fahrer + Mitfahrer)	-	57 %	MiD	-
Anteil Verkehrsleistung MIV (Fahrer + Mitfahrer)	-	75 %	MiD	-
Kennzahl pro Person	Formelzeichen	Wert	Quelle	Berechnungsformel
Verkehrsaufkommen in Wegen pro Tag (gesamt)	$w_{MiD}^d$	3,13	MiD, EB	$w_{MiD}^d = w_{MiD,abs} / pop_{MiD,abs}$
Verkehrsaufkommen in Wegen pro Jahr (gesamt)	$w_{MiD}^y$	1.141,18	EB	$w_{MiD}^y = w_{MiD}^d * 365$
Verkehrsaufkommen in Wegen pro Tag (MIV)	$w_{MiD,MIV}^d$	1,78	EB	$w_{MiD,MIV}^d = w_{MiD}^d * 0,57$
Verkehrsaufkommen in Wegen pro Jahr (MIV)	$w_{MiD,MIV}^y$	650,47	EB	$w_{MiD,MIV}^y = w_{MiD,MIV}^d * 365$
Verkehrsleistung in km pro Tag (gesamt)	$s_{MiD}^d$	39,1	MiD, EB	$s_{MiD}^d = s_{MiD,abs} / pop_{MiD,abs}$
Verkehrsleistung in km pro Jahr (gesamt)	$s_{MiD}^y$	14.271,41	EB	$s_{MiD}^y = s_{MiD}^d * 365$
Verkehrsleistung in km pro Tag (MIV)	$s_{MiD,MIV}^d$	29,32	EB	$s_{MiD,MIV}^d = s_{MiD}^d * 0,75$

Thematische Grundlagen

Verkehrsleistung in km pro Jahr (MIV)	$s_{MiD,MIV}^y$	10.703,56	EB	$s_{MiD,MIV}^y = s_{MiD,MIV}^d * 365$
Ø Weglänge in km (gesamt)	$\bar{s}_{MiD}$	12,51	MiD, EB	$\bar{s}_{MiD} = s_{MiD}^d / w_{MiD}^d$
Ø Weglänge in km (MIV)	$\bar{s}_{MiD,MIV}$	16,46	EB	$\bar{s}_{MiD,MIV} = s_{MiD,MIV}^d / w_{MiD,MIV}^d$
Mobilitätszeit in min pro Tag (gesamt)	$t_{MiD}^d$	85	MiD	-
Mobilitätszeit in h pro Jahr (gesamt)	$t_{MiD}^{yh}$	517,08	EB	$t_{MiD}^{yh} = t_{MiD}^d * \frac{365}{60}$
Mobilitätszeit in min pro Tag (MIV)	$t_{MiD,MIV}^d$	48,45	EB	$t_{MiD,MIV}^d = t_{MiD}^d * 0,57$
Mobilitätszeit in h pro Jahr (MIV)	$t_{MiD,MIV}^{yh}$	294,74	EB	$t_{MiD,MIV}^{yh} = t_{MiD,MIV}^d * \frac{365}{60}$
Ø Wegzeit in min	$\bar{t}_{MiD}$	27,19	EB	$\bar{t}_{MiD} = t_{MiD}^d / w_{MiD}^d$
Ø Geschwindigkeit in km/h (MIV)	$\bar{v}_{MiD,MIV}$	36,32	EB	$\bar{v}_{MiD,MIV} = s_{MiD,MIV}^y / t_{MiD,MIV}^{yh}$
Zeitlicher Nutzungsgrad PKW / MIV	$\eta_{MiD,MIV}$	3,36 %	EB	$\eta_{MiD,MIV} = \frac{t_{MiD,MIV}^{yh}}{24} * \frac{1}{365}$
Fahrzeugdichte in Fzg. pro 1.000 Einwohnern	$\rho_{MiD,MIV}$	523,11	EB	$\rho_{MiD,MIV} = \frac{vhcl_{MiD,abs}}{\frac{pop_{MiD,abs}}{1000}}$

Tabelle 3-5 Mobilitätskennzahlen pro Person MiD 2017 [iDI 19a]

### Mobilitätskennzahlen im Vergleich

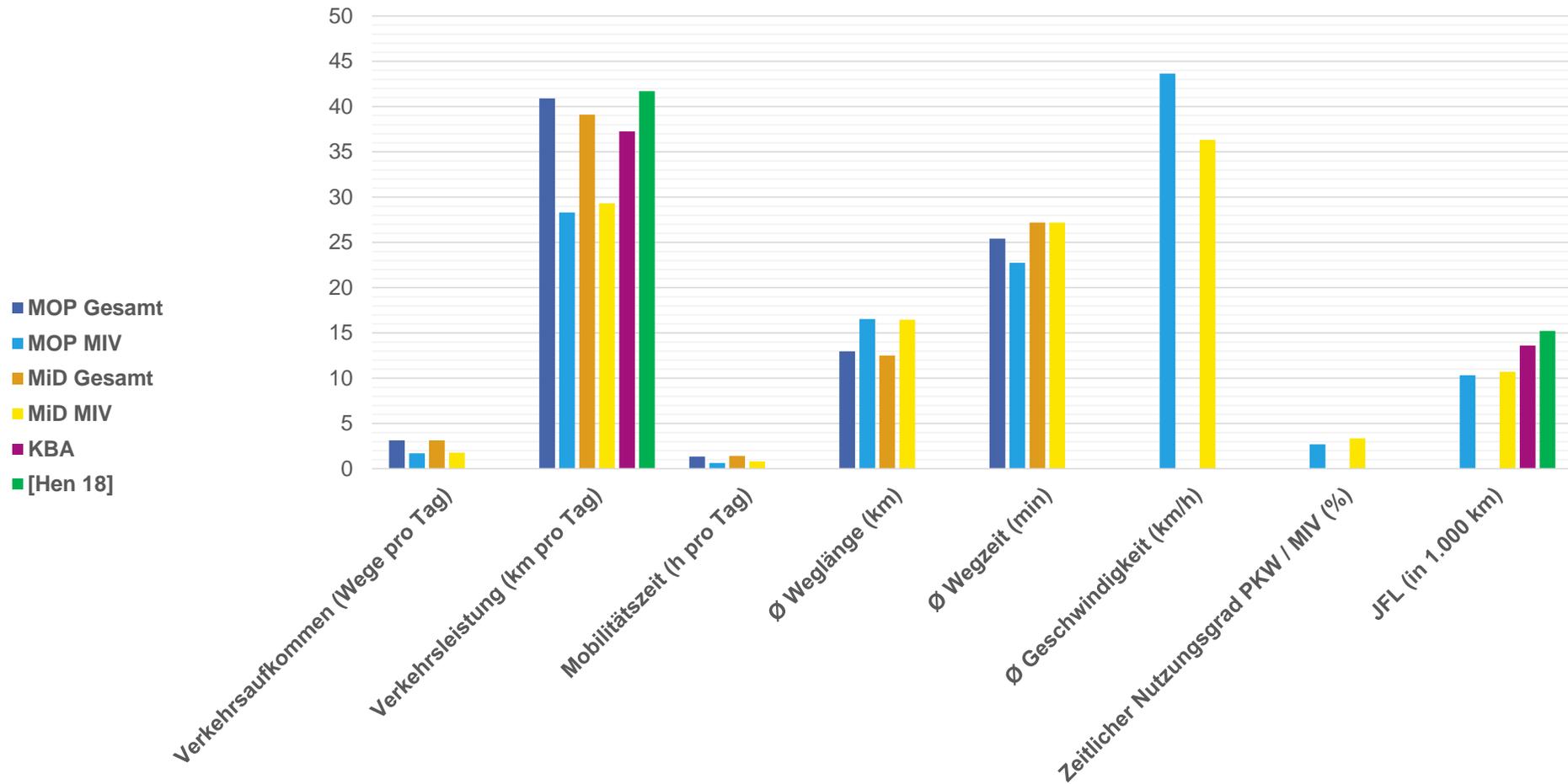


Abbildung 3-2 Mobilitätskennzahlen im Vergleich

### 3.2 Carsharing

Personenkraftwagen können laut [LeFr 15] sowohl kommerziell als auch privat genutzt werden. Über die genauen Use Cases gibt Abbildung 3-3 Auskunft. Gleichzeitig verdeutlicht die Grafik die Einordnung des Carsharings in allgemeine PKW-Nutzungsszenarien.

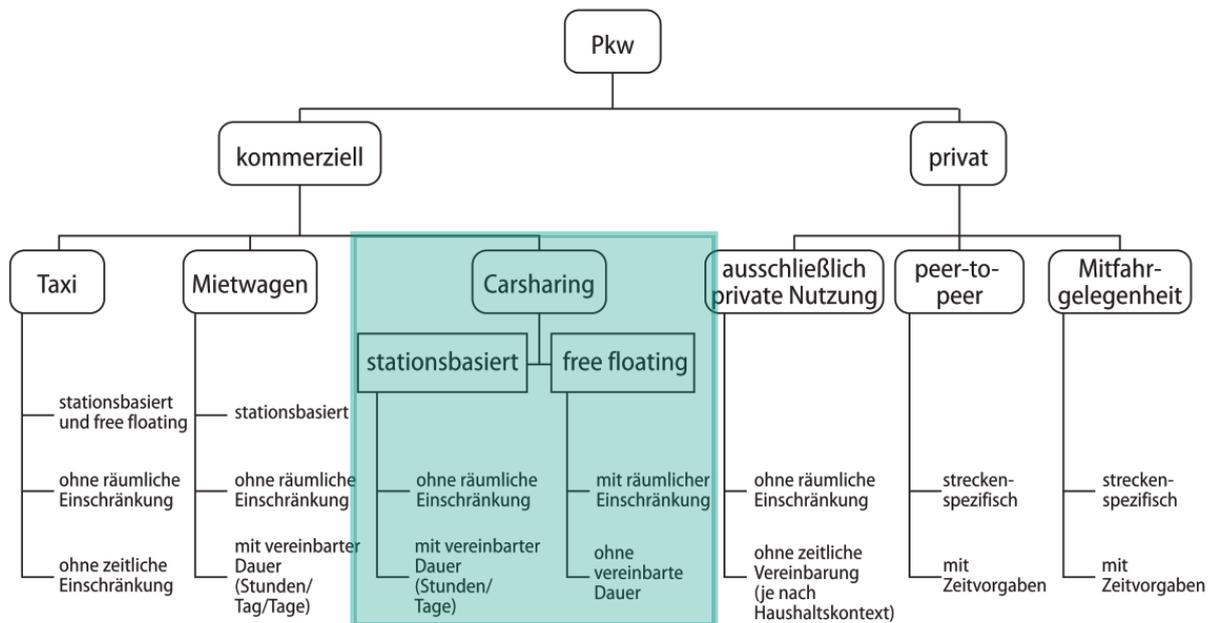


Abbildung 3-3 Kommerzielle und private Nutzungsmöglichkeiten des PKWs nach [LeFr 15, S. 178]

#### 3.2.1 Definition

Der Harvard-Ökonom Martin Weitzmann prägte den Begriff der „Sharing Economy“ und besagt, dass sich der Wohlstand für alle Marktteilnehmer erhöht, je mehr diese nicht dauerhaft benötigte Ressourcen zur zeitlich begrenzten gemeinsamen Nutzung teilen. Besonders die Digitalisierung und Plattformökonomie sind wesentliche Treiber der Sharing Economy. [Hen 18, S. 25ff.]

*Carsharing umfasst als Form der Shared Mobility, also gemeinschaftlich genutzter bzw. wörtlich geteilter Mobilität, im Speziellen die Teilung bzw. gemeinschaftliche Nutzung eines Fahrzeugs, die durch einen kommerziellen Anbieter ermöglicht und organisiert wird. [bcs 22e, Fra 16, S. 10]*

Dieser Anbieter stellt eine Fahrzeugflotte zur Nutzung durch die jeweiligen Mitglieder bereit und verantwortet alle Maßnahmen zur Fahrtauglichkeit und Verfügbarkeit der Fahrzeuge. Die Mitglieder haben die Möglichkeit ein Fahrzeug immer genau dann zu reservieren bzw. zu buchen, wenn Bedarf vorhanden ist und zahlen entsprechend auch nur für die zeitlich

begrenzte Nutzung der Fahrzeuge. Für die Nutzer entfallen so sämtliche Verantwortlichkeiten des klassischen Fahrzeugbesitzes, sie nutzen die Vorzüge individueller Mobilität per Auto, ohne die Kosten und Verantwortlichkeiten des PKW-Besitzes vollumfänglich tragen zu müssen. Im Vergleich zu Autovermietungen ist beim Carsharing nicht vor jeder Fahrt bzw. Nutzungsperiode der Abschluss eines Vertrags nötig, eine Mitgliedschaft bei einem Anbieter und Teilhabe an den Zugangssystemen der Fahrzeuge genügt. Im Idealfall senkt eine Privatperson so die eigenen Mobilitätskosten und Fahrzeuge im Besitz der Anbieter erreichen eine höhere Auslastung als Privatfahrzeuge. [bcs 22e, Fra 16, S. 10, NaKo 21, S. 55f., BCL 17, S. 2, Hen 18, S. 27, Fan 13, S. 51]

### 3.2.2 Historie

Die ersten erfolgreichen Anfänge des Carsharing-Konzeptes gehen zurück in die späten 1980er Jahre und führen in die Schweiz nach Luzern und nach Berlin. In Luzern wurde Carsharing vor allem aufgrund von Umweltaspekten entwickelt. Dabei wurden über Vereine oder Nachbarschaftsgruppen die vorhandenen Fahrzeuge gemeinsam genutzt, bis in den 1990er Jahren eine Professionalisierung einsetzte. [BWS 16, S. 160] 1988 wurde parallel in Berlin „stadt-Auto“ im Rahmen einer Promotionsarbeit gegründet, ein Vorläufer von darauffolgenden Carsharing-Diensten in Berlin, Bremen und Aachen, die heute der cambio Gruppe angehören. Ab den 90er Jahren war durch die Bordcomputer nun auch ein kartenbasiertes Zugangssystem möglich. 1999 wurde stadtmobil gegründet, ein Zusammenschluss der CS-Vereine in Stuttgart, Karlsruhe, Pforzheim und der Rhein-Neckar-Region, der heute größte stationsbasierte CS-Anbieter Deutschlands. 2015 erreicht CS in Deutschland die Schwelle einer Million Nutzern. [bcs 22a]

### 3.2.3 Arten von CS

Carsharing kann auf verschiedene Art und Weisen organisiert und betrieben werden. Die gängigste Form ist die Business-to-Customer (B2C) Organisation, bei der ein kommerzieller Anbieter Privatkunden Fahrzeuge für die zeitlich begrenzte Nutzung zur Verfügung stellt. Auf dieser Form liegt der Fokus der Arbeit. Darüber hinaus sind ebenso Business-to-Business (B2B) sowie Peer-to-Peer (P2P) Formen zu finden. [ANM 22, S. 3, NaKo 21, S. 62]

B2B Carsharing beschreibt ein CS-Angebot für ganze Organisationen, die auf eine eigene Fahrzeugflotte oder deren Leasing verzichten möchten. Diese Form des CS wird meist ebenfalls durch die klassischen B2C Anbieter abgedeckt. [NaKo 21, S. 62]

P2P Carsharing zeichnet sich durch ein dezentrales Teilen der Fahrzeuge unter Privatpersonen aus. Eine Plattform übernimmt lediglich die Rolle des Mediators, der Fahrzeuganbieter und -nutzer zusammenbringt und mit einer geringen Transaktionsgebühr am Geschäft beteiligt wird. [BCL 17, S. 2, NaKo 21, S. 62f.]

B2C Carsharing kann, wie in Abbildung 3-4 dargestellt, weiter differenziert werden.

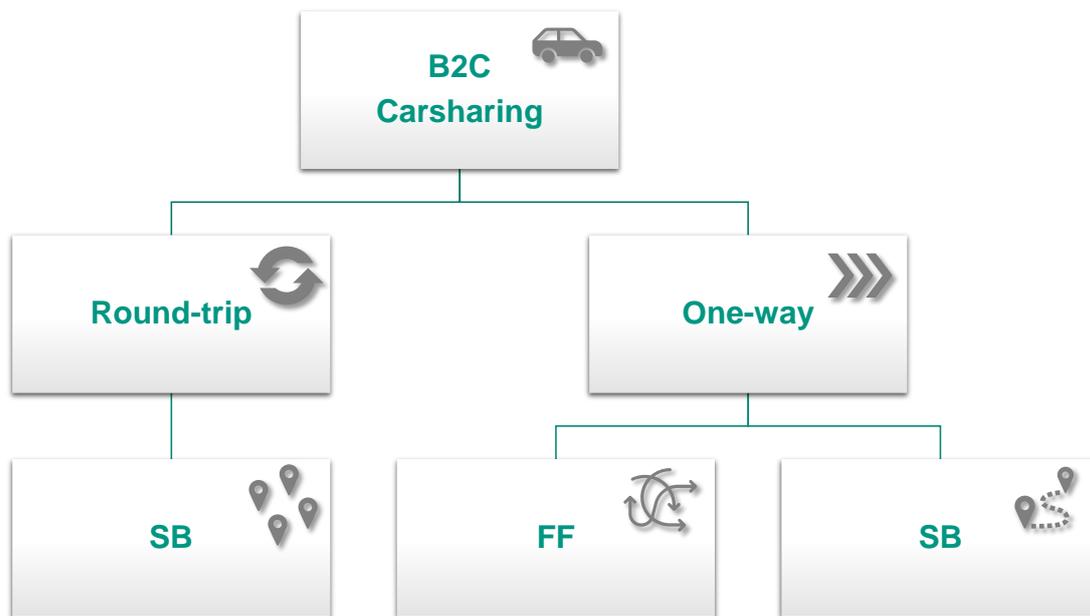


Abbildung 3-4 B2C Carsharing Differenzierung in Anlehnung an [ANM 22, S. 3]

Zunächst erfolgt eine Unterscheidung in round-trip und one-way Modelle. Round-trip meint im CS-Kontext, dass die Fahrzeuge nach ihrer Nutzung wieder dorthin zurückgebracht werden müssen, wo die Nutzung auch begann. One-way bietet im Gegensatz dazu die Freiheit, das Fahrzeug an einem anderen Ort (idealerweise am Zielort) abstellen zu können. [ANM 22, S. 3] Beim stationsbasierten Carsharing (SB oder SBCS) sind die Fahrzeuge an eigens für diese eingerichteten Stationen zu finden. Nutzer haben hier die Möglichkeit Fahrzeuge im Voraus zu reservieren und holen diese dann an einer Station ab. Nach der Nutzung wird das Fahrzeug entweder an dieselbe Station zurückgebracht (round-trip) oder an einer beliebigen anderen Station des Anbieters abgegeben (one-way). Durch die Möglichkeit der Vorabreservierung eignet sich SBCS insbesondere auch für längere Strecken oder Nutzungsperioden. [bcs 20, S. 3, GrSt 21, S. 13]

Free-float Carsharing (FF oder FFCS) Angebote stellen Fahrzeuge innerhalb eines definierten Geschäftsgebietes (meist ein klar abgegrenztes Stadtgebiet) zur Verfügung. Dort sind die Fahrzeuge im Gebiet verteilt, haben also keinen festen Standort. Über das Smartphone können Nutzer die Verfügbarkeiten und Standorte der Fahrzeuge einsehen und den Buchungsvorgang durchführen. Die Fahrzeuge werden anschließend einfach am Zielort abgestellt, sofern dieser zum Geschäftsgebiet des Anbieters gehört. Reservierungen im Voraus sind hier allerdings meistens nicht möglich. FFCS eignet sich daher besonders für die alltäglichen Wege im urbanen Kontext. [bcs 20, S. 3, GrSt 21, S. 13] FFCS-Angebote gehören per Definition zur one-way Kategorie des CS.

Ebenso gibt es vermehrt Anbieter, die ein kombiniertes Angebot aus SBCS und FFCS vorhalten, wie beispielsweise auch stadtmobil. [bcs 20, S. 3]

Für die beiden Formen SBCS und FFCS unterscheiden sich die jeweiligen Nutzungsmuster deutlich. Sowohl die Buchungszeiten als auch die zurückgelegten Distanzen pro Buchung sind im FFCS-Betrieb deutlich geringer als beim SBCS. Grund dafür ist vermutlich die unterschiedliche Preisgestaltung, wie auch in Kapitel 4.2 noch deutlich wird: FFCS-Angebote sind in der Regel teurer als SBCS-Angebote. Das liegt unter anderem an dem erhöhten Managementaufwand für die Betreiber. [bcs 16, S. 1]

[bcs 16, S. 2] stellt die durchschnittlichen Buchungsdauern und Distanzen für die beiden CS-Formen für ausgewählte Anbieter im Jahr 2016 vergleichend zusammen.

	Buchungsdauer (h)	Fahrdistanz (km)	CS-Form	Stadt/Region
stadtmobil	5:21	56,32	SBCS	Mannheim
book-n-drive	8:00	60	SBCS	Frankfurt
DriveNow	0:30	8,57	FFCS	Berlin
DriveNow	0:48	13	FFCS	München
car2go	0:20-0:40	5-10	FFCS	Deutschland

*Tabelle 3-6 Mittlere Buchungsdauern und Fahrdistanz nach CS-Form [bcs 16, S. 2]*

### 3.2.4 Marktüberblick CS in Deutschland

Carsharing-Angebote sind in Deutschland vor allem in Großstädten und Ballungszentren zu finden. [BWS 16, S. 161f.] Deutschlandweit ist CS in 935 Orten zu finden. Insgesamt betreiben 243 Anbieter eine Flotte von ca. 30.200 Fahrzeugen für 3,39 Millionen Fahrberechtigte (diese Zahl berücksichtigt ggf. Doppelzählungen, falls eine Person Mitglied bei zwei oder mehreren Anbietern ist). [bcs 22b, S. 1] Wie der Bundesverband Carsharing e.V. (BCS) auf seiner Webseite festhält, hat CS besonders zu Beginn der 2010er Jahre in Deutschland an Fahrt aufgenommen und ist stetig gewachsen. [bcs 22b, S. 1] Auch auf europäischer Ebene lässt sich diese Entwicklung beobachten. [Fra 16, S. 14] Besonders rasant wächst dabei der free-float Anteil am gesamten CS-Angebot. [bcs 22c]

Der CS-Markt in Deutschland lässt sich nach stationsbasierten und free-float Angeboten differenzieren, eine entsprechende Übersicht bietet Tabelle 3-7:

	Summe	SB & kombiniert	Reines FF-Angebot
Anzahl der Fahrzeuge	30.200	14.300	15.900
Anteil der CS-Anbieter	243	239	4
Anzahl der Fahrberechtigten	3.393.000	789.000	2.604.000
CS-Nutzer pro Fahrzeug <sup>2</sup>	112,35	55,17	163,77
Fahrzeuge pro 1.000 CS-Nutzer <sup>2</sup>	8,9	18,12	6,11

*Tabelle 3-7 Marktdifferenzierung nach SB und FF Angeboten [bcs 22b, S. 2]*

Wie in Tabelle 3-7 ersichtlich wird, unterscheiden sich die Kennzahlen der Fahrzeug-Nutzer-Beziehung je nach CS-Form deutlich. Stationsbasierte Angebote versorgen die Nutzer mit dreimal mehr Fahrzeugen als FF-Angebote. Analog kommen auf ein CS-Fahrzeug im FFCS dreimal so viele Nutzer als im SB-Angebot. Gleichzeitig verzeichnet reines FFCS deutlich mehr Nutzer insgesamt.

Die beiden vorgestellten Mobilitätsberichte treffen jeweils auch eine Aussage über die Mitgliedschaft der befragten Haushalte bei CS-Anbietern. So erfasst das MOP bei 3 % der Befragten eine CS-Mitgliedschaft, fügt allerdings auch einschränkend hinzu, dass diese Zahl als nicht repräsentativ zu werten ist. [ECM 21, S. 30f.] Die MiD-Studie kommt 2017 auf eine Quote von 4 % aller befragten Haushalte (mind. ein Haushaltsmitglied ist CS-Nutzer). Davon besitzt die Hälfte wiederum daneben ein eigenes Fahrzeug. Weiterhin führt die Studie aus, dass die CS-Mitglieder dieses Angebot verhältnismäßig selten in Anspruch nehmen und CS mehr als eine „Option im Bedarfsfall“ wahrgenommen wird. [iDI 19a, S. 16] Nur 6 % der CS-Mitglieder nutzen das Angebot laut der Studie (unabhängig von der Anzahl der Mitgliedschaften) wöchentlich, 27 % monatlich und beträchtliche 22 % nie. [iDI 19a, S. 16] Ähnlich sieht diese Realität beispielsweise für die Region Stuttgart aus, die eine regionale Vertiefung des MiD darstellt. Zwar sind in der Landeshauptstadt Stuttgart selbst überdurchschnittliche 21 % der Haushalte Mitglied bei einem oder mehreren CS-Anbietern, allerdings nutzen auch hier 20 % dieser Haushalte das Angebot so gut wie nie. 93 % der CS-Haushalte nutzen CS laut MiD-Studie an 1-3 Tagen im Monat oder seltener. [iDI 19b, S. 19] Künftige Antriebstechnologien spielen eine wichtige Rolle im Bereich CS. So ist der Anteil der Elektrofahrzeuge (electric vehicle, EV) bzw. Plug-in Hybride (plug-in hybrid electric vehicle, PHEV) innerhalb der CS-Flotte deutlich höher als in der nationalen PKW-Flotte Deutschlands (siehe Tabelle 3-8).

<sup>2</sup> Eigene Berechnung auf Basis der Daten von bcs

	Anteil in % (01.01.2021)	Anteil in % (01.01.2022)
EVs und PHEVs in der deutschen CS-Flotte	18,5 %	23,3 %
EVs und PHEVs in der nationalen PKW-Flotte D	1,2 %	2,1 %

*Tabelle 3-8 Anteile der EVs und PHEVs in der nationalen und der CS-Flotte in DE [bcs 22b, S. 3]*

Abschließend soll an dieser Stelle noch ein Blick auf die Anbieterstruktur in Deutschland geworfen werden (Tabelle 3-9). Farblich hervorgehoben sind die Anbieter, die im Rahmen dieser Arbeit hinsichtlich ihres Angebots und der Preismodelle genauer analysiert werden.

	CS-Anbieter	CS-Form
1	ShareNow	FF
2	Miles	FF
3	stadtmobil	kombiniert
4	Sixt share	FF
5	WeShare	FF
6	cambio	kombiniert
7	teilAuto	kombiniert
8	book-n-drive	kombiniert
9	Scouter	SB
10	Stattauto München	SB

*Tabelle 3-9 Anbieterranking CS in Deutschland, Stand 01.01.2022 [bcs 22b, S. 2]*

### 3.2.5 Chancen und Herausforderungen von Carsharing heute

#### **Kosten**

Verzichtet eine Person auf ein eigenes Fahrzeug und deckt individuelle Mobilitätsbedarfe durch CS ab, können bis zu einer bestimmten Verkehrsleistung im Jahr Kostenersparnisse realisiert werden. Anschaffungs- und fixe Unterhaltskosten entfallen, dafür wird lediglich die Nutzung der CS-Fahrzeuge bezahlt. Gleichzeitig kommen bei der CS-Nutzung keine Kostendegressionseffekte zum Tragen, sodass die Mobilitätskosten pro Kilometer bzw. Zeiteinheit mit zunehmender Mobilität nicht sinken. [HoSa 13] Je nach zugrundeliegenden Annahmen wird CS also ab einer errechneten Kilometerleistung teurer als ein Privat-Fahrzeug. Diese Grenze bewegt sich in einem Bereich zwischen 10.000 und 18.000 Kilometern. [Fra 16, S. 11f.] In Kapitel 4.4 wird diese Grenze für verschiedene Szenarien errechnet.

#### **Verfügbarkeit**

Ein wesentlicher Nachteil der heutigen CS-Landschaft ist die nicht garantierte Verfügbarkeit eines Fahrzeugs verglichen mit dem Besitz eines Fahrzeugs sowie eine in Kauf zu nehmende Wegstrecke bis zum nächsten verfügbaren CS-Fahrzeug. Gerade bei FFCS-Angeboten, die häufig ohne die Möglichkeit Fahrzeuge im Voraus zu reservieren auskommen, kann der Fall eintreten kein Fahrzeug zur Verfügung zu haben, wenn eines benötigt wird. Besonders für den täglichen Arbeitsweg ist dies ein Hindernis. [HoSa 13, NaKo 21, S. 67, Hen 18, S. 32ff.]

#### **Verkehrsentlastung**

Heutige CS-Nutzer tendieren zu einer geringeren Verkehrsleistung als Personen mit einem PKW in Privatbesitz sowie zur generellen Abschaffung des eigenen Fahrzeugs. Würden alle mobilen Personen CS nutzen könnte die Verkehrsbelastung insgesamt hinsichtlich der Anzahl der Fahrzeuge reduziert und damit positiv beeinflusst werden. [Fan 13, S. 51f., bcs 20, S. 2ff.] Ebenso haben CS-Nutzer im Vergleich zu städtischen Durchschnittshaushalten deutlich häufiger eine ÖPNV-Zeitkarte und kombinieren ihre Mobilität so aus CS und ÖPNV, wodurch ebenfalls eine Verkehrsentlastung möglich ist und sich so die MIV-Verkehrsleistungen verringern könnten. [RKS 17, S. 28, LeFr 15, S. 181]

Wie groß dieser Effekt tatsächlich ist, darüber herrscht in der Literatur keine Einigkeit. Tabelle 3-10 stellt eine Auswahl der PKW-Ersetzungsquote durch CS in der Literatur zusammen und versucht eine ungefähre Abschätzung darüber zu treffen.

	Ersetzungsquote	Quelle
1	bis zu 20	[JFE 20, S. 373]
2	9-13	[MSL 10, S. 150]
3	ab 3-15	[Kun 16]
4	2-16	[Ver 19, S. 10]
5	9-23	[BWS 16, S. 162]
6	10	[ANM 22, S. 1]
7	8-20	[Sha 22d]
8	1,3 – 2 (SBCS)	[bcs 16, S. 6]
9	2,0 – 3,6 (FFCS)	[bcs 16, S. 6]
10	bis zu 20	[bcs 20, S. 2]
11	8-9 (Berlin)	[bcs 20, S. 3]
12	10-15 (Frankfurt)	[bcs 20, S. 3]
13	7 (Bremen)	[bcs 20, S. 3]
<b>Ø</b>	<b>10,18</b>	

*Tabelle 3-10 CS-Privatfahrzeusersetzungsquote verschiedener Studien und Quellen*

Eine Studie, die den Rückgang der Fahrleistung bei einem CS-Anbieter in Kanada untersucht hat, kommt zu dem Ergebnis, dass eine Person ohne Privat-PKW und einer regelmäßigen CS-Nutzung 30 % weniger Fahrleistung erbringt als eine Person mit einem Privat-PKW. [CoAn 12, S. 234, JCB 14, S. 1] Der Bundesverband Carsharing bcs stellt eine allgemein verminderte Verkehrsleistung unter CS-Nutzern fest, wobei auch erwähnt werden muss, dass gerade im FFCS-Bereich die meisten Nutzer parallel ein eigenes Fahrzeug besitzen. [bcs 16, S. 4]

So kann die aktuell in Studien festgestellte verminderte Verkehrsleistung der CS-Nutzer durch z.B. die direkte Bepreisung der Mobilität, ein zusätzliches eigenes Fahrzeug oder die zusätzliche Nutzung des ÖPNV erklärt werden. Im später betrachteten Mobilitätsszenario dieser Arbeit liegt die Annahme zugrunde, dass alle Nutzer des MKs durch CS mobil sein und ihre bisherige Mobilität dadurch abdecken können. Dadurch ist es sinnvoll keine Reduktion der

Fahrleistung per se anzunehmen, sondern zu untersuchen, wie CS die heutige Mobilität aller Einwohner ohne Abstriche abdecken könnte.

### **Nachhaltigkeit**

Wie oben bereits gezeigt, sind CS-Flotten technologisch deutlich weiter als die private PKW-Flotte (siehe Tabelle 3-8). Ebenso verlangt nicht jede Fahrt ein geräumiges Fahrzeug, das sich eine Person privat vermutlich eher anschafft, um auch beispielsweise lange Ferienfahrten so komfortabel wie möglich gestalten zu können. [Rit 18, S. 104] Die Mobilität wird so insgesamt auf die Bedürfnisse der Nutzer zugeschnitten gestaltet, sodass Emissionen reduziert werden können. [Fan 13, S. 51f.] Ebenso findet der Fahrzeugaustausch durch die intensivere Nutzung der Fahrzeuge häufiger statt, sodass neue und sauberere Antriebstechnologien schneller den Weg in eine CS-Flotte finden als in die der Privat-Haushalte. [Fra 16, S. 11f.] Auch die oben gezeigten Daten zur PKW-Ersetzungsquote durch Carsharing verdeutlichen den Nachhaltigkeitsaspekt durch weniger absolut benötigte Fahrzeuge und damit einer Raumentlastung in den Städten.

### **Auslastung & Profitabilität**

Um CS wirtschaftlich betreiben zu können, sollten die Fahrzeuge höher ausgelastet sein als ein Privat-PKW. Wie die beiden Mobilitätsberichte bereits verdeutlichten, liegt die PKW-Auslastung im Privatgebrauch im Bereich um drei Prozent (siehe Kapitel 3.1). Für einen wirtschaftlichen Betrieb sollten CS-Fahrzeuge laut BCS zwischen 25 und 30 % zeitlich ausgelastet sein, was nach deren Angaben auch in einigen Großstädten erreicht wird. [bcs 22d, S. 5] Eine Studie aus dem Jahr 2017 von civity, einer Management-Beratung, ergibt für CS-Fahrzeuge in Berlin nur eine Auslastung von im Schnitt einer Stunde pro Tag, was einer Auslastung von etwa vier Prozent entspricht. [Hen 18, S. 35] Hohe Auslastungen für CS-Fahrzeuge zu erreichen ist zumindest heute, auch vor dem Hintergrund der geringen Nutzungsraten aus den Mobilitätsberichten eine größere Herausforderung für CS-Anbieter. Denn diese haben neben den PKW-Kosten, die auch eine Privatperson tragen muss, eine Reihe weiterer Kostenfaktoren zu stemmen, die die hohe Auslastung der Fahrzeuge und damit entsprechende Umsätze notwendig macht. [Rid 17, S. 96ff.] Auf die Kostenbausteine und deren Einfluss auf die Profitabilität von CS wird in Kapitel 5 detailliert eingegangen.

### **FFCS und Relocation**

Aus Kundensicht ist FFCS das flexiblere und angenehmere CS-System, wenn man die oft fehlende Vorab-Buchbarkeit außer Acht lässt. Aus Anbietersicht hingegen ist SBCS das kostengünstigere und einfacher zu betreibende System. FFCS kann zu Ungleichgewichten der Fahrzeugverfügbarkeit führen. Orte mit hoher Nachfrage nach einem Fahrzeug, also z.B.

Startorte, könnten mit der Zeit mit einem Fahrzeugmangel zu kämpfen haben, während belebte Orte, also häufige Ziele, einen Fahrzeugüberschuss verzeichnen. Wenn viele Menschen zu ähnlichen Zeiten auf ähnlichen Wegen mobil sind und die Flottengröße beschränkt ist, kann dies zu Versorgungsengpässen führen. Durch die fehlende Stationsbindung bzw. Verpflichtung die Fahrzeuge zurückzubringen kommt das gesamte CS-System ins Ungleichgewicht und ein Relocation, also ein manuelles Umpositionieren der Fahrzeuge würde nötig. [PaYu 21, S. 1]

### **3.2.6 Exkurs: Optimierungsprobleme im Bereich CS**

Der Betrieb einer CS-Flotte birgt eine Fülle an Optimierungsproblemen und -potenzialen. In diesem Abschnitt soll ein Exkurs zu diesem Thema die Dimensionen der möglichen Entscheidungsprobleme für CS-Anbieter verdeutlichen.

#### **Relocation & Rebalancing**

Das am häufigsten in der wissenschaftlichen Literatur aufgegriffene Optimierungsproblem betrifft das Relocation-Problem. Wie bereits im vorherigen Teilkapitel ausgeführt, kann es insbesondere beim FFCS zu Imbalancen im Gesamtsystem kommen, indem Fahrzeuge aus Orten hoher Mobilitätsnachfrage in Gegenden geringerer Nachfrage bewegt und dort abgestellt werden. Dies führt mit der Zeit und anhaltender Nachfrage zu einem Fahrzeugüberschuss an Zielorten und einem Fahrzeugmangel an Startorten. [CSR 21, S. 635, KCM 09, S. 150, SaAI 19, S. 583f.] Um diesem Ungleichgewicht zu begegnen, haben CS-Anbieter verschiedene Lösungsmöglichkeiten. Die einfachste Möglichkeit besteht darin, Mitarbeiter zu beschäftigen, die die Fahrzeuge je nach Bedarf neu im Operationsgebiet allokkieren, auch bekannt als operator-based approach, da sich hier der Anbieter selbst um das Problem kümmert. Hierbei können Schwellenwerte für Gebiete oder Stationen definiert werden, die nicht über- bzw. unterschritten werden sollten und falls dieser Fall eintritt entsprechende Allokationsaktivitäten auslösen. [DSS 12, S. 113, KCM 09, S. 150] Dadurch bleibt für den Kunden die volle Flexibilität eines FFCS-Systems bei hoher Qualitätsleistung erhalten. [SaAI 19, S. 584] Die Beschäftigung von Mitarbeitern für diese (und andere) Tätigkeiten bedeutet Kosten für den Anbieter und damit möglicherweise auch Profiteinbußen, da beispielsweise die Studie von [SaAI 19] nahelegt, dass der Zugewinn an Umsätzen durch die verbesserte Verfügbarkeit der Fahrzeuge an Nachfrageorten die zusätzlichen Kosten nicht immer decken kann. [SaAI 19, S. 596f.] Andererseits würden ohne eine entsprechende Neuallokation der Fahrzeuge weitere Umsätze verloren gehen. [JCB 14, S. 1, SaAI 19, S. 583f.]

Eine weitere Möglichkeit der Problemlösung liegt bei den Kunden selbst, dem sogenannten user-based approach. Dabei werden CS-Nutzer durch Anreize dazu gebracht, Fahrzeuge

selbstständig effizient zu allokkieren. Dies geschieht beispielsweise durch Methoden wie trip-splitting (wollen mehrere Personen von einem Ort mit Überangebot zu einem Ort mit einem Engpass fahren, werden sie incentiviert separate Autos zu nutzen) oder trip-joining (im Wesentlichen Fahrgemeinschaften von Personen, die von einem Ort eines Engpasses hin zu einem Ort mit ausreichend Fahrzeugen wollen). [DSS 12, S. 113, KCM 09, S. 150]

Darüber hinaus könnte der Anbieter sich dazu entschließen, Buchungen zu selektieren, um die Fahrzeugallokation ohne zusätzlichen Personalaufwand zu steuern. Das bedeutet der CS-Anbieter könnte einzelne Buchungen, wenn diese zu einer Steigerung der Imbalance führen würden ablehnen oder verteuern und andersherum Fahrten, die die Imbalance reduzieren bevorzugt annehmen bzw. vergünstigen. Allerdings kann dies zu einer gesteigerten Kundenunzufriedenheit führen, wenn Fahrten trotz verfügbarer Fahrzeuge abgelehnt werden. [SaAI 19, S. 584]

Mit der Marktreife und dem Einsatz autonomer Fahrzeuge sowie Methoden des maschinellen Lernens könnte das Relocation-Problem der Vergangenheit angehören. Indem sich die Fahrzeuge autonom bewegen und vernetzt sind, lassen sie sich einfacher und ohne menschliches Allokieren steuern. Durch Methoden des maschinellen Lernens (z.B. Reinforcement Learning), lernen die Fahrzeuge mit der Zeit selbstständig welche Orte sie optimalerweise direkt im Anschluss an eine Fahrt ansteuern, um ein optimales CS-Angebot zu gewährleisten. [GYH 21, S. 1, GuDu 18, S. 1558]

### **Station-Location**

Im Bereich des stationsbasierten CS, egal ob one-way oder round-trip, stellt sich für einen Anbieter die Frage nach den Standorten der Stationen. Sie sollen möglichst von allen Nutzern in kurzer Zeit erreichbar sein. Zudem spielt die künftige Elektrifizierung eine wichtige Rolle bei dieser Frage, denn durch kürzere Zyklen bis zur nächsten Aufladung sowie einem längeren Ladevorgang im Vergleich zu Tankvorgängen müssen die Stationen entsprechend der vorhandenen Ladeinfrastruktur für EVs optimal verteilt werden. Zu den wichtigsten Entscheidungsfaktoren bei dieser Frage gehören die Einwohnerzahl im CS-Gebiet, die konkurrierenden Mobilitätsmodi, Konstruktionskosten der Stationen sowie das verfügbare Budget. [NaKo 21, S. 71]

### **Ride-sharing & Routing**

Grundsätzlich führt CS zu einer Reduktion der allgemeinen Fahrzeugflotte. Um die betriebene Fahrzeugflotte eines CS-Anbieters weiter zu optimieren, bietet es sich an durch ein intelligentes System Buchungen von Personen, die auf derselben oder einer sehr ähnlichen Route liegen zu kombinieren und diese Personen so gemeinsam zu transportieren. Dieses

Szenario ist vor allem im Bereich des autonomen CS relevant und trägt so zu einer Reduktion der Flotte bei. [AWR 17, S. 3583]

Im Bereich des autonomen Carsharings übernehmen Algorithmen diese Aufgabe und können so Routen hinsichtlich Dauer, Distanz und Fahrzeugbelegung optimieren. [ZLP 22, S. 4f.]

### **Matching & Dispatching**

Hierbei geht es um eine optimale Zuweisung von verfügbaren Fahrzeugen zu Buchungen. Die heute praktizierte Methode des First Come First Serve (FCFS) Prinzips des am nächsten zum Kunden stehenden Fahrzeugs ist zwar die am einfachsten zu realisierende Methode, aber nicht immer die optimale im Hinblick auf durchschnittliche Wartezeiten der Kunden. [HAC 16, S. 255] So könnte durch eine informationstechnisch gesteuerte und optimierte Zuweisung die Wartezeit der Kunden insgesamt optimiert werden. Allerdings kann dies auch zu Unzufriedenheit führen, wenn Kunden sehen, dass ihnen das nächstgelegene Fahrzeug nicht zugewiesen wird.

Besonders interessant wird auch dieses Zuordnungsproblem im Bereich des autonomen Carsharings. Denn hier kommt das Fahrzeug zum Nutzer und nicht andersherum. So muss in diesem Fall eine Wartezeitoptimierung algorithmisch durchgeführt werden, um Fahrzeuge und Nutzer ideal zu verbinden. [ZLP 22, S. 4f.]

## **3.3 Autonomes Fahren**

Autonomes Fahren (AF) bzw. autonome Fahrzeuge (autonomous vehicle, AV) stellen eine Schlüsseltechnologie der Zukunft in der Automobilindustrie dar. Im Hinblick auf Mobilitätskonzepte wie CS verspricht AF vielversprechende Potenziale, die sich in sogenannten Autonomous Mobility on Demand (AMoD) Konzepten niederschlagen könnten.

### **3.3.1 Definition & SAE-Level**

Um sich der Begriffsdefinition zu nähern wird zunächst in Anlehnung an [Mau 15] auf die Etymologien der Begriffe Automobil und autonom eingegangen. Automobil setzt sich zusammen aus dem griechischen *autòs* („selbst, persönlich, eigen“) und dem lateinischen *mobilis* („beweglich“), also in Kombination selbstbeweglich. Autonomie setzt sich zusammen aus dem griechischen *autòs* (wie oben beschrieben) und *nómos*: „menschl. Ordnung, von Menschen gesetztes Recht“. [Mau 15, S. 2]

*Autonome Automobile zeichnen sich durch selbstbestimmte und eigenständige Mobilität unter Beachtung der durch den Menschen vorgegebenen geltenden Regelungen und Gesetze ohne eine menschliche Intervention aus. Ein autonomes Fahrzeug ist nicht nur technisch in der Lage Fahraufgaben vollumfänglich zu übernehmen, sondern durch Programmierung und*

*maschinelles Lernen auch Situationen selbstständig einzuschätzen und in Dilemma-Situationen Entscheidungen zu treffen. [Mau 15, S. 3f., Hol 20, S. 9f.]*

Autonomes Fahren wird von verschiedenen Institutionen (z.B. Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA), Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), SAE) in Stufen oder Level kategorisiert. Die Society of Automotive Engineers (SAE) hat eine international anerkannte Norm, die SAE J3016, zu autonomem Fahren definiert. Diese teilt autonomes Fahren in sechs Stufen ein (siehe Abbildung 3-5):

- **Level 0 (No Automation):** Der Fahrer eines Fahrzeugs übernimmt und verantwortet alle Fahraufgaben selbst, lediglich Systeme wie ABS, ESP oder Warnsysteme unterstützen.
- **Level 1 (Driver Assistance):** Assistenzsysteme im Fahrzeug unterstützen bei der Längs- oder Querverführung des Fahrzeugs. Der Fahrer muss dennoch zu jedem Zeitpunkt die Kontrolle und Steuerung des Fahrzeugs innehaben. Beispiele für Level-1-Systeme sind Spurhalteassistenten, Tempomaten oder Abstandstempomaten.
- **Level 2 (Partial Automation):** Hier unterstützen Fahrerassistenzsysteme (FAS) sowohl bei der Längs- als auch bei der gleichzeitigen Querverführung des Fahrzeugs. Auch hier bleibt die Überwachungsverantwortung beim Fahrer.
- **Level 3 (Conditional Automation):** Grundsätzlich autonomes Fahren für bestimmte Anwendungsfälle mit der Bedingung, dass der Fahrer jederzeit auf Aufforderung des Systems eingreifen können muss. Ab dieser Stufe ist der Fahrer nicht mehr dauerhaft verpflichtet seine Aufmerksamkeit auf die Überwachung der Fahraufgaben zu richten.
- **Level 4 (High Automation):** Hochautomatisiertes Fahren, bei dem das Fahrzeug die Fahraufgaben für bestimmte Anwendungsfälle komplett übernimmt und ohne die Erwartung des Eingreifens des Fahrers auskommen kann. Der Fahrer wird zwar in kritischen Situationen zum Übernehmen der Fahraufgaben aufgefordert, das Fahrzeug ist aber auch ohne Eingreifen in der Lage die Fahrzeugführung weiterhin zu übernehmen und das Fahrzeug ggf. in einen risikominimalen Zustand zu bringen (beispielsweise ein Stopp auf dem Standstreifen).
- **Level 5 (Full Automation):** Vollumfänglich autonomes Fahren. Die Fahrzeugführung wird in allen Umgebungen und Szenarien, die auch ein menschlicher Fahrer beherrscht, vom System übernommen. Es bedarf keinen Fahrer mehr im Fahrzeug. [SAE 22]

Der VDA definiert die Automationsstufen analog zur SAE-Norm. [Hen 18, S. 18f.] Die BASt in Deutschland definiert die Automations-Level sehr ähnlich, sie verzichtet lediglich auf das SAE-Level 3 und besteht damit aus insgesamt fünf Stufen. [Hol 20, S. 40]

SAE-Level		Ausführung der Längs- und Querführung	Überwachung der Fahrumgebung	Rückfallnetz der dynamischen Fahraufgabe	Systemfähigkeit (Fahrmodus)
Überwachung der Fahraufgabe und –umgebung durch den Fahrer					
0	No Automation	Mensch	Mensch	Mensch	na
1	Driver Assistance	Mensch & System	Mensch	Mensch	Ausgewählte Modi
2	Partial Automation	<b>System</b>	Mensch	Mensch	Ausgewählte Modi
Überwachung der Fahraufgabe und –umgebung durch das Fahrzeugsystem					
3	Conditional Automation	System	<b>System</b>	Mensch	Ausgewählte Modi
4	High Automation	System	System	<b>System</b>	Ausgewählte Modi
5	Full Automation	System	System	System	<b>Alle Modi</b>

Abbildung 3-5 Übersicht SAE-Level in Anlehnung an [SAE 22]

### 3.3.2 Use-Cases

Mit der Fähigkeit Fahrzeuge autonom fahren lassen zu können gehen neue Anwendungsfälle auf dem Weg zur vollständigen Autonomie von Fahrzeugen einher. [WWG 15] stellen vier zentrale Use Cases in den Mittelpunkt:

#### 1. Autobahnpilot

Beim sogenannten Autobahnautomaten mit Verfügbarkeitsfahrer übernimmt das Fahrzeugsystem die Fahraufgaben ausschließlich auf Autobahnen innerhalb der vorgegebenen Route. Auf diesen Streckenabschnitten ist es dem Fahrer erlaubt seine Aufmerksamkeit von der Überwachung der Fahraufgabe hin zu anderen Tätigkeiten zu lenken. Der Fahrer selbst aktiviert den Autobahnautomaten bei der Auffahrt auf die Autobahn, wenn er es wünscht und hat jederzeit die Möglichkeit das Steuer wieder zu übernehmen. Sobald die Autobahn endet oder eine Abfahrt genommen werden muss, fordert das System den Fahrer wieder zur Übernahme der Steuerung an. Sollte der Fahrer dazu nicht in der Lage sein, weil er beispielsweise schläft oder andere Gründe vorliegen, überführt das System das Fahrzeug in einen risikominimalen Zustand, kommt also z.B. selbstständig auf dem Seitenstreifen zum Stillstand. Da die Autobahn ein einfacher abzubildendes Szenario für ein autonomes System darstellt (i.d.R. keine Signalanlagen, komplexe urbane Verkehrsführungen, Radfahrer oder

Fußgänger), gilt dieser Use Case als ein geeignetes Einstiegsszenario für die autonome Technologie im tatsächlichen Verkehrsalltag. [WWG 15, S. 12f.] Seit 2021 hat der Gesetzgeber in Deutschland den Weg für die Level-3-Freigabe im deutschen Straßenverkehr geebnet. [KrRu 22] Die Mercedes-Benz Group AG hat für ihren Drive Pilot Ende 2021 die „Systemgenehmigung“ für hochautomatisiertes Fahren (Level 3) erhalten“ [Hub 21]. Damit darf der Stuttgarter Autobauer seinen Kunden den Piloten anbieten und wird diesen voraussichtlich im Laufe des Jahres 2022 in der S-Klasse und dem elektrischen Pendant EQS einsetzen. Der gesetzliche Rahmen sieht dabei vor, dass ein solcher Pilot ausschließlich auf Autobahnen bei Stau oder stockendem Verkehr und maximal bis zu einer Geschwindigkeit von 60 km/h zum Einsatz kommen darf. Auf Aufforderung muss der Fahrer die Kontrolle über das Fahrzeug jederzeit übernehmen können, darf sich aber während der autonomen Fahrt legal anderen Tätigkeiten widmen. [Hub 21, HuHo 22]

## **2. Autonomous Valet-Parking (AVP)**

Hierbei übernimmt das Fahrzeugsystem Einpark-, Umpark- sowie Ausparkvorgänge ohne Passagiere autonom. Der Fahrer eines Fahrzeugs stellt das Fahrzeug am Zielort ab und erteilt die Aufforderung des Parkens. Das Fahrzeug sucht daraufhin einen geeigneten Parkplatz und übernimmt das Einparken. Sobald das Fahrzeug wieder benötigt wird, kann diesem eine Zieladresse genannt werden, an der der Fahrer das Fahrzeug erwartet und von dort aus die Fahraufgaben übernimmt. Auch hier ist der Use Case so beschränkt (durch ein abgegrenztes Areal und geringe Geschwindigkeiten), dass auch dieses Szenario als ein Einstiegsszenario gedacht wird und bereits heute möglich ist. [WWG 15, S. 15] In einem eigens dafür ausgestatteten Parkhaus des Mercedes-Benz Museums in Stuttgart und in Zusammenarbeit mit Mercedes-Benz hat die Robert Bosch GmbH einen solchen Parkpiloten entwickelt und dafür die behördliche Freigabe erhalten. Diese zugelassene Parkfunktion kann nach SAE-Klassifizierung sogar Level 4 zugeordnet werden. [Rob 22]

## **3. Vollautomat mit Verfügbarkeitsfahrer**

Dieser Use Case unterscheidet sich vom ersten lediglich dahingehend, dass der für das autonome Fahren zugelassene Bereich deutlich mehr umfasst als nur die Autobahn. Das Fahrzeug kann also in allen zugelassenen Bereichen autonom fahren und der Fahrer ist in dieser Zeit Passagier. Da davon auszugehen ist, dass es auch in diesem Szenario dennoch Bereiche gibt, die vom autonomen Betrieb ausgenommen sind, ist weiterhin ein Passagier notwendig, der im Zweifel die Fahraufgaben übernehmen kann. [WWG 15, S. 17]

#### **4. Vehicle on Demand**

Der Vehicle on Demand Fall dürfte im Hinblick auf Carsharing Überlegungen der Zukunft von besonderer Bedeutung sein. Hier sind Fahrzeuge komplett autonom in allen Szenarien mit und ohne Passagiere oder Frachten unterwegs. Passagiere der Fahrzeuge nutzen die Zeit im Fahrzeug für sämtliche Tätigkeiten außer der Übernahme der Fahraufgaben. Die Innenräume der Fahrzeuge können so deutlich freier gestaltet werden. Eine ausreichende Energieversorgung vorausgesetzt, kann das Fahrzeug rund um die Uhr Transportaufgaben wahrnehmen und beispielsweise per App oder zentraler Plattform angefordert bzw. gesteuert werden. So könnten künftig Taxis und Carsharing Fahrzeuge zu einer Dienstleistung verschmelzen. [WWG 15, S. 19f.]

##### **3.3.3 Technologie**

In diesem Abschnitt sollen die Technologien, die autonomes Fahren überhaupt möglich machen näher beleuchtet werden.

Ein autonomes Fahrzeug muss zunächst in der Lage sein dieselben Informationen zu erfassen und zu verarbeiten, die auch einem menschlichen Fahrer zur Verfügung stehen. Darüber hinaus können autonome Fahrzeuge durch eine gegenseitige Vernetzung noch mehr Informationen sammeln und verarbeiten. [Hol 20, S. 9f.]

Autonome Fahrzeuge benötigen in der Regel drei technische Hauptkomponenten, die miteinander interagieren: ein Sensorsystem, ein Aktorsystem und ein Kontrollsystem sowie eine Kommunikationsstruktur. [Hol 20, S. 11] Das Sensorsystem erfasst die Umgebung und den eigenen Fahrzeugzustand. Das Kontrollsystem wertet die Sensorinformationen aus, verarbeitet sie und steuert damit das Aktorsystem. Das Aktorsystem bewegt das Fahrzeug bzw. veranlasst sämtliche physischen Bewegungsvorgänge am und im Fahrzeug. Anhand einer definierten Kommunikationsstruktur interagieren die Systeme miteinander und befähigen das Fahrzeug so zur Autonomie. [Hol 20, S. 11]

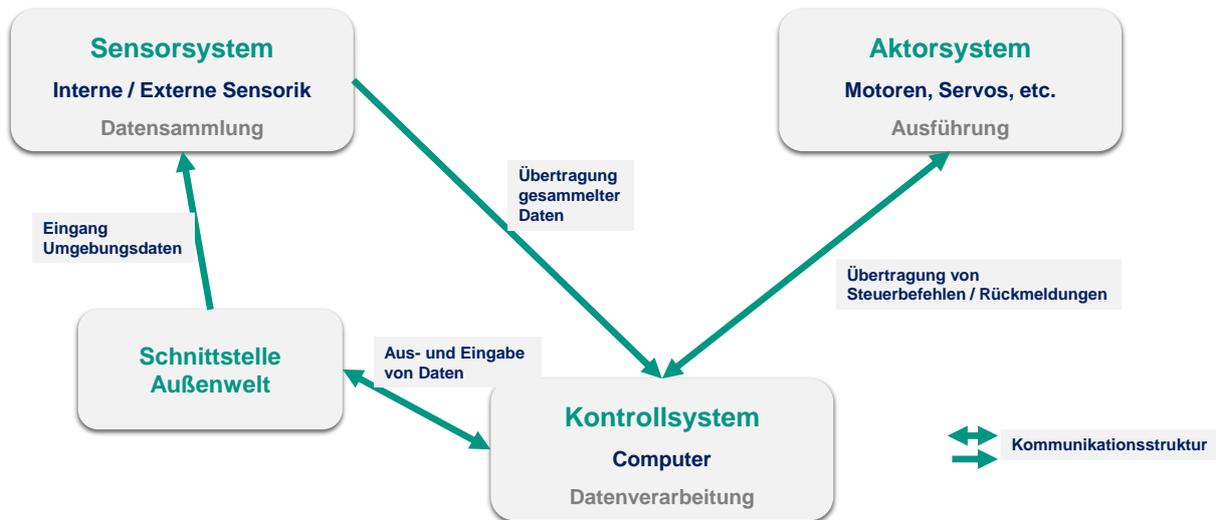


Abbildung 3-6 Technische Kernkomponenten autonomer Fahrzeugsysteme in Anlehnung an [Hol 20, S. 11]

### Sensorsysteme

Diese sind analogisierbar mit den Sinnesorganen eines Menschen. Sie werden unterteilt in interne und externe Sensoren. Interne Sensoren geben Auskunft über den Zustand des Fahrzeugs. Sie messen beispielsweise Lage- oder Beschleunigungsparameter, die Geschwindigkeit oder diverse Füllstände und geben Auskunft über Störungen am Fahrzeug. Dem gegenüber stehen die externen Sensoren, die die Fahrzeugumgebung erfassen und die Informationen an das Kontrollsystem weiterleiten. Technologisch umgesetzt wird diese Aufgabe durch eine Reihe von Video- und Radarsystemen. Zum Einsatz kommen hier z.B. 2D und 3D sowie Infrarot Kamerasysteme, LiDAR-Systeme (Light Detection and Ranging), die durch Laserreflexionen 3D Abbildungen der Umgebung ermöglichen, Ultraschallsensoren, Abstandsradare sowie präzise Differential-GPS Systeme (DGPS) zur Fahrzeuglokalisierung. [Hol 20, S. 11ff., Hen 18, S. 17, Ver 22a]

### Aktorsysteme

Aktorsysteme dienen der physischen Bewegung von Fahrzeugkomponenten bzw. Ausführung von Fahrzeugfunktionen nach deren Auslösung durch das Kontrollsystem. Zu diesem System gehören Verbrennungs- und Elektromotoren, um den Fahrzeugvortrieb zu ermöglichen, sowie kleinere Elektromotoren, elektromechanische oder elektrohydraulische Systeme, um Funktionen wie die Lenkung, Bremsen und weitere bewegliche Teile im und am Fahrzeug zu steuern. Der Gesetzgeber gibt bislang vor, dass kritische Funktionen eines Fahrzeugs wie das Bremsen und Lenken auch bei einem Elektronikausfall funktionsfähig bleiben müssen. Deshalb müssen Bremsen über ein Hydrauliksystem per Pedal steuerbar sein und die Lenkung eine direkte Verbindung mit der Achse aufweisen, obwohl dies heute auch rein

elektronisch realisierbar wäre (functions by wire). Allerdings wäre ein Fahrzeug dann im Falle eines Elektronikausfalls nicht mehr vom Insassen steuerbar. [Hol 20, S. 13f.]

### **Kontrollsystem**

Das Kontrollsystem, quasi das Gehirn und Nervensystem des Fahrzeugs, verarbeitet die Informationen der Sensorik und steuert basierend auf diesen die Aktorik. Auf Grundlage der Sensordaten kreiert das Kontrollsystem zusammen mit den Positionsdaten des Fahrzeugs eine Repräsentation der Umwelt. Die Steuerung des Aktorsystems verarbeitet daraufhin die unmittelbaren Aufgabenstellungen, „plant die zu deren Erfüllung notwendigen Aktionen und kontrolliert ihre Durchführung“. [Hol 20, S. 14] Eine besonders wichtige Aufgabe des Kontrollsystems bildet die Gewährleistung der Funktionssicherheit. Durch eine Reihe von integrierten Redundanzen und internen Prüfungen werden die gesammelten Daten auf Korrektheit und Stimmigkeit hin geprüft und eine fehlerhafte Interpretation der Daten vermieden. Eine Ansteuerung der entsprechenden Funktionen erfolgt nur, wenn die Daten in sich stimmig sind. [Ver 22a]

### **Kommunikationssystem**

Das Kommunikationssystem dient der Interaktion der zuvor beschriebenen Systeme und ermöglicht einen permanenten Datenaustausch auf Echtzeitbasis. Ebenso fungiert das Kommunikationssystem als Schnittstelle zur Außenwelt, beispielsweise für Programmierer oder Benutzer. [Hol 20, S. 15]

### **Künstliche Intelligenz (KI)**

In der Darstellung von [Hol 20, S. 11] nicht berücksichtigt, aber in Zukunft immer wichtiger für das autonome Fahren ist die Einbettung von künstlicher Intelligenz. Damit ein autonomes System seine Daseinsberechtigung rechtfertigen kann, muss es nachweisbar sicherer sein als ein menschlicher Fahrer. Um dies zu erreichen, sind Programmierbefehle allein nicht ausreichend. Selbstlernende Algorithmen, maschinelles Lernen sowie neuronale Netze sind ebenso Schlüsseltechnologien bei der Entwicklung autonomer Fahrzeuge. Diese lernen aus immer neuen Fahrsituationen dazu und verbessern so ihre Sicherheit. [HuHo 22]

#### **3.3.4 Regulatorische und ethische Fragestellungen**

Wie oben bereits gezeigt, existiert seit 2021 in Deutschland der gesetzliche Rahmen für die Level-3-Freigabe und für das AVP sogar eine Level-4-Freigabe. Beides für klar abgegrenzte Anwendungsszenarien.

Aus der rechtlichen Perspektive ist zunächst festzuhalten, dass es in der Regel eine Diskrepanz zwischen rechtlich Erlaubtem und technisch Möglichem gibt. Es gilt hierbei der

jeweils geringere Freiheitsgrad. Ist es also beispielsweise technisch möglich ein Fahrzeug autonom fahren zu lassen, der Rechtsrahmen schränkt dies aber ein oder erlaubt es nicht, gilt der gesetzliche Rahmen. [Hol 20, S. 45] Weiterhin lässt sich autonomes bzw. automatisiertes Fahren in die rechtliche Einschätzung der Teilautomatisierung und der Hoch- bzw. Vollautomatisierung differenzieren. Ebenso entstehen durch autonomes Fahren neue ethische sowie versicherungstechnische Fragestellungen, die beantwortet werden müssen.

### **Rechtliche Lage**

Während die rechtliche Einordnung der Teilautomatisierung insofern klar und einfach ist, als dass es dem Fahrer zu keinem Zeitpunkt erlaubt ist die Aufmerksamkeit von der Kontrolle und Ausübung der Fahraufgaben abzuwenden, gestaltet sich diese Einschätzung für die Hoch- bzw. Vollautomatisierung komplexer. Hier hat der Fahrer zwar dieselben Möglichkeiten, um den Fahrvorgang zu überwachen oder auch einzugreifen (SAE Level 4). Um aber dem Komfortgewinn durch autonomes Fahren überhaupt einen Sinn zu verleihen, muss diese Pflicht zumindest in Teilen entfallen. Nach geltendem Recht werden Verkehrsteilnehmer durch „Merkmale verkehrserheblichen Verhaltens definiert“, d.h. durch Handeln oder Unterlassen [Hol 20, S. 46]. Es geht hier um eine verhaltensrechtliche Fragestellung, die bei menschlichem Steuern des Fahrzeugs geklärt werden kann. Sowohl Handeln als auch Unterlassen stellen willentliche Eingriffe in den Verkehr dar, die nach geltendem Recht lediglich einem Menschen zugeordnet werden können. Richtet dieser seine Aufmerksamkeit allerdings nicht mehr auf den Verkehr, kann diesem auch keine Handlungsabsicht nachgewiesen werden. In kritischen Situationen müsste der Fahrer also nach wie vor das Steuer (nach Aufforderung) übernehmen können. Damit ist hoch- bzw. vollautomatisiertes Fahren aktuell nicht zulässig. [Hol 20, S. 46ff.] Eine Anpassung der gesetzlichen Rahmenbedingungen hin zu einer Ermöglichung der Hoch- und Vollautomatisierung ist erst denkbar, wenn Langzeitdaten zweifelsfrei nachweisen können, dass das Automatisierungsrisiko bzw. die Fehleranfälligkeit dieser Systeme geringer ist als das Risiko menschlicher Fahrzeugführung. [Hen 18, S. 22]

### **Ethische Fragestellungen**

Aus ethischer Sicht können im Bereich autonomes Fahren Dilemma-Situationen entstehen. Gerät das Fahrzeug in eine kritische Situation, in der ein Unfall unvermeidlich ist, allerdings durch eine Manöverentscheidung beeinflusst werden kann, wer bei dem Unfall überlebt bzw. unverletzt bleibt, stellt sich die Frage nach der ethisch richtigeren Entscheidung, die das System in diesem Fall treffen müsste. Ein menschlicher Fahrer trifft diese Entscheidung intuitiv innerhalb von Sekundenbruchteilen. Das System träge die Entscheidung, die im Vorfeld für eine solche Situation programmiert wurde. Und diese Entscheidung wiederum müsste der Hersteller abwägen und schlussendlich treffen oder aber der Gesetzgeber vorgeben.

Potenzielle Kunden kaufen ein solches Fahrzeug nur in dem Wissen, dass sie selbst durch das Fahrzeug geschützt werden. Die Allgemeinheit hingegen befürwortet den Einsatz nur, wenn auch sie von dem Fahrzeug geschützt wird und für sie keine Gefahr davon ausgeht. [PAT 21, S. 25ff.]

Eine weitere ethische Frage stellt sich im Zusammenhang mit der Missachtung von Verkehrsregeln, um größeren Schaden abzuwenden, beispielsweise um so schnell wie möglich ins Krankenhaus zu gelangen. [SBU 20, S. 48, WWG 15, S. 12] Für diese Fragen gibt es nach heutigem Stand keine eindeutigen Antworten bzw. Lösungen.

### **Versicherungsaspekte**

Eine wesentliche Frage im Zusammenhang mit autonomem Fahren stellt sich bei der Schadenshaftung. Wer haftet bei einem Unfall mit einem autonomen Fahrzeug, wenn dieses Unfallverursacher ist? Denkbar sind der Hersteller des Fahrzeugs, der Fahrzeughalter oder sogar der Zulieferer der ggf. ausgefallenen oder fehlerhaft funktionierenden Komponenten. [Hen 18, S. 22f.] Im Falle des Drive Pilot von Mercedes-Benz übernimmt im Falle eines Unfalls der Hersteller die Verantwortung. [HuHo 22] Diese Fahrzeuge werden mit weiterer Verbreitung ihren Weg in die üblichen KFZ-Versicherungen finden, sodass Schäden und Unfälle auch über diese abgewickelt werden können. Fraglich ist, wie sich die Versicherungsprämien entwickeln werden. Einerseits lässt sich auf Grundlage der oben genannten Voraussetzungen für einen rechtlichen Rahmen von Level-4 und Level-5-Fahrzeugen argumentieren, dass diese Fahrzeuge nur dann auf den Markt kommen, wenn diese nachweislich sicherer sind, als menschliche Fahrer und die Versicherungsprämien dadurch sinken sollten. Andererseits sind Schäden an solch hoch technologisierten Fahrzeugen zumindest für eine gewisse Zeit als teurer zu erwarten. [Hol 20, S. 296f.]

[Hol 20] argumentiert deshalb, dass autonome Fahrzeuge aus versicherungsökonomischer Sicht langsam in die Märkte eingeführt und ins Versicherungsportfolio aufgenommen werden sollten. Dadurch können anfängliche Risiken noch gut im Kollektiv ausgeglichen werden und mit zunehmender Verbreitung und einer Verbesserung der empirischen Datenlage mit der Zeit eine präzisere Einschätzung der Risiken und deren Versicherbarkeit vorgenommen werden. [Hol 20, S. 294f.]

### **3.3.5 Abschließende Einschätzung AF und Perspektive**

Vollständig autonomes Fahren in jedem real denkbaren Szenario ist heute weder technisch noch gesetzlich möglich. Allerdings befindet sich die Technologie auf einem vielversprechenden Weg zur flächendeckenden Einsatzfähigkeit. Eine Studie im Auftrag des ADAC geht davon aus, dass vollständig autonome Fahrzeuge, die ohne Fahrer auskommen, ab 2040 großflächig zum Einsatz kommen könnten. [KrRu 22]

Interessant wird bis dahin sein, was die Einführung der Technologie für die Nutzer finanziell bedeutet. Der Drive Pilot von Mercedes-Benz beispielsweise lässt sich heute zu einem Aufpreis von 10.000 bis 15.000 Euro auf den ohnehin hohen Preis einer S-Klasse oder eines EQS hinzubuchen. [Hub 21] Ebenso bei Volvo: Das Unternehmen möchte ebenfalls einen Autopiloten auf den Markt bringen und rechnet mit etwa 10.000 US-Dollar (USD) Aufpreis. [TWB 18, S. 48f.]

Für die Markt- und Gesetzesreife muss die Technologie dennoch weiter verbessert werden und auch die ethischen Fragestellungen müssen bis dahin hinreichend geklärt sein. [Hol 20, S. 297] Zudem muss die Cybersecurity garantiert sowie die technische Ausfallsicherheit autonomer Fahrzeuge minimiert werden. Autonome und ggf. vernetzte Fahrzeuge dürfen nicht gehackt werden können und so Einfallstor für Kriminelle oder Terroristen werden. [SBU 20, S. 48f., WWG 15, S. 11]

Auf der anderen Seite birgt autonomes Fahren Vorteile. Es garantiert jedem Gesellschaftsmitglied Mobilität. Ebenso verspricht die Technologie sicherer zu sein, die Unfallstatistiken zu reduzieren und die Zeit im Fahrzeug produktiver nutzen zu können. [KrRu 22, Fra 16, S. 81f.] Werden die Fahrzeuge in Zukunft auch miteinander vernetzt und kommunizieren miteinander, wird das Gesamtsystem Straßenverkehr optimiert, Staus könnten reduziert oder vermieden werden und Routenplanungen könnten insgesamt im Hinblick auf die Verkehrssituation optimiert werden. [Ver 19, S. 10]

### 3.4 Trendausblick Mobilität

[Hen 18] stellt im Hinblick auf künftige Trends in der Automobilbranche und damit verknüpft auch für die Mobilität der Zukunft vier Megatrends in den Mittelpunkt, die gemeinsam das Akronym CASE bilden. CASE umfasst die Trends hin zu einer vernetzten (**c**onected), automatisierten bzw. autonomen (**a**utonomous), geteilten (**s**hared) und elektrifizierten (**e**lectric) Mobilität. [Hen 18, S. 6, TWB 18, S. 46f.]

#### **C – Connected**

Vernetzte Verkehrsteilnehmer insgesamt bilden die Grundlage für vernetzte und smarte Mobilität – ein wesentlicher Trend getrieben durch die Digitalisierung.

Ermöglicht durch den Fortschritt einer Reihe von Technologien, schafft vernetzte Mobilität eine ganze Bandbreite neuer Möglichkeiten. Schlüsseltechnologien in diesem Bereich sind: (Smarte) Sensoren, Machine Learning (ML) und künstliche Intelligenz (KI), Blockchain, Big Data Analytics sowie das Internet der Dinge (Internet of things, IoT) bzw. Internet of everything (IoE), also eine Anbindung von quasi allen denkbaren Gegenständen an das Internet und deren Vernetzung darüber. [Bar 21, S. 1, PAT 21, S. 1] Um diese Technologien auf einem hohen Niveau operieren lassen zu können und die großen Datenmengen zu prozessieren,

bedarf es zudem ausreichender Bandbreiten für die Datenströme. Hierbei kommt 5G als neuer Mobilfunkstandard in Betracht. So können sehr hohe Datenvolumina mit hohen Übertragungsgeschwindigkeiten verarbeitet werden. [Ver 22a]

Mit Blick auf CS in der Zukunft rücken besonders vernetzte Fahrzeuge in den Fokus. Vernetzte Fahrzeuge zeichnen sich in erster Linie durch ihre Internetfähigkeit aus und damit verbunden durch diverse internetbasierte Dienste, Interaktionen mit anderen vernetzten Objekten und die Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation. [CoMo 16, S. 4] Das vernetzte Fahrzeug, das selbst Daten sowohl verarbeitet als auch produziert, stellt die nächste Entwicklungsstufe des IoT dar. [Bar 21, S. 2f.] In Bezug auf die Fahrzeugvernetzung lassen sich die oben genannten Bezeichnungen nun leicht auf das Auto übertragen: Internet of Vehicle(s) (IoV), Vehicle-to-Everything (V2E) oder auch Car-to-X (C2X) stehen im Wesentlichen synonym für die Vernetzung von Fahrzeugen untereinander sowie mit anderen IoT-Objekten. [TWB 18, S. 47f.]

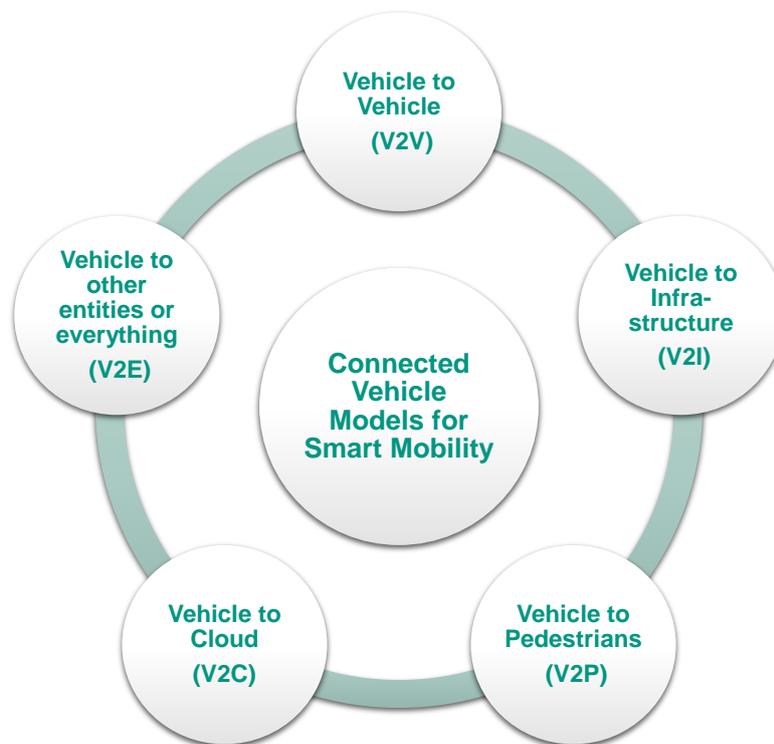


Abbildung 3-7 Arten der Fahrzeugvernetzung und -interaktion nach [PAT 21, S. 15]

Fahrzeuge sollten in Zukunft durch die Vernetzung nicht nur in der Lage sein selbst intelligent zu agieren, sondern für Fahrer und Insassen einen Mehrwert durch Interaktion mit anderen Fahrzeugen oder der Infrastruktur einer Stadt zu bieten und die Sicherheit der Insassen z.B. durch automatisiert abgesetzte Notrufe in Unfallsituationen zu verbessern. [Ver 22a, Hen 18, S. 6ff.] Echtzeitverkehrsinformationen, intelligentes Park-, Routen- und Verkehrsmanagement, automatisierte Mautabrechnungen oder auch Verkehrsüberwachung und -sicherheit aus Sicht

von Verkehrsbehörden sind nur ein paar Vorzüge von vernetzten Fahrzeugen und vernetzter Mobilität. [PAT 21, S. 14]

### **A – Autonomous**

Das A in CASE steht für Autonomie oder Automatisierung. Im Unterschied zum connected car erfüllt das autonome Fahrzeug seine Funktionen nicht durch einen Datenaustausch mit anderen Interaktionspartnern, sondern allein durch die Informationen der verbauten Sensoren und Datenverarbeitungsmöglichkeiten. [Hen 18, S. 16] Da diese Arbeit bereits ein Teilkapitel dem autonomen Fahren widmet, wird an dieser Stelle auf eine weitere Ausführung verzichtet. Vielmehr soll im folgenden Abschnitt auf die Kombination aus CS und autonomen Fahrzeugen eingegangen werden.

### **S – Shared (autonomous) Mobility**

Der dritte große Megatrend zielt auf die Wandlung hin zur geteilten Mobilität. Die shared mobility fällt als ein Bestandteil unter den übergeordneten Trend der shared economy, der bereits in Kapitel 3.2 aufgegriffen wurde. Es geht im Wesentlichen darum bestimmte Güter nicht mehr zu besitzen, sondern sie mit anderen gemeinsam und zeitlich begrenzt zu nutzen, um so insgesamt Wohlfahrtsgewinne zu erzielen. [Hen 18, S. 25f.]

Auch um das Konzept der geteilten Mobilität ranken sich im Englischen verschiedene Bezeichnungen, die am häufigsten verwendeten sind: Carsharing (CS), Mobility-as-a-Service (MaaS), Mobility-on-Demand (MoD) oder im Zusammenhang mit autonomer Mobilität Autonomous Mobility on Demand (AMoD). [Pav 15, S. 401f., ABB 21, S. 222f.]

### **MaaS | MoD**

MaaS bzw. MoD geht über das Auto als Verkehrsmittel allein hinaus und bezieht beispielsweise auch den ÖPNV ein. Die Idee hinter MaaS besteht in der Bereitstellung einer singulären Plattform über die für eine Route maßgeschneiderte Mobilitätsmodi kombiniert werden. Die Plattform dient im Grunde als Intermediär zwischen Mobilitätsanbietern (ÖPNV, CS, etc.) und den Endnutzern und zeigt dabei Verfügbarkeiten und Empfehlungen für die Bewältigung einer geplanten Route an. [ABB 21, S. 222f.] Ebenso könnten autonome Fahrzeuge direkt an eine solche Plattform angebunden werden und das Mobilitätsportfolio in Zukunft erweitern. [PSM 18, S. 2] Die Planung der Route sowie die Buchung und Bezahlung der Verkehrsmittel würden ebenfalls integriert über die Plattform abgewickelt werden. Ergebnis ist eine Tür-zu-Tür Mobilität anhand der Nutzung verschiedener Verkehrsmittel (intermodale Mobilität) mithilfe einer zentralen Plattform. [PPT 20, S. 295, ABB 21, S. 223]

Voraussetzung für eine solche Plattform ist die Anbindung der Mobilitätsanbieter mit einem entsprechenden Datenaustausch über die Preisgestaltung und Verfügbarkeit sowie Lokalisation der Transportmittel in Echtzeit. [ABB 21, S. 225]

Diese Datenbereitstellung der Anbieter sowie die komplexe Gestaltung eines wirtschaftlich profitablen Geschäftsmodells, die weite Verbreitung des privaten PKWs sowie grundsätzliche Digitalisierungsprobleme stellen Herausforderungen im Bereich MaaS dar. [PPT 20, S. 299] Andererseits könnte MaaS dazu beitragen den Verkehr zu optimieren sowie Emissionen und die PKW-Flotte insgesamt zu reduzieren. [PPT 20, S. 298]

### **AMoD | Autonomous Carsharing**

Durch die Autonomie der Fahrzeuge gewinnt die shared mobility enorm an Attraktivität. Das beschriebene Problem des Rebalancing wäre durch eine selbstständige Reallokation der Fahrzeuge kein Problem mehr, Menschen müssten die Fahraufgabe nicht mehr übernehmen und können die frei gewordene Zeit produktiver nutzen. [Pav 15, S. 401f.] AMoD verleiht dem Konzept des Carsharings eine entscheidend verbesserte Komponente der Wertsteigerung für den Kunden: Fahrzeuge werden nicht mehr vom Nutzer aufgesucht, das Fahrzeug fährt selbstständig zum Nutzer. [DaBo 19, S. 2037]

[Rit 18] geht davon aus, dass sich autonomes CS (ACS) langfristig durchsetzen und das meistgenutzte Verkehrsmittel sein wird. Insbesondere in dünn besiedelten und ländlichen Regionen könnte ACS den Privat-PKW und den ÖPNV komplett verdrängen. [Rit 18, S. 106] Die Vorteile und Synergien, die ACS freisetzen könnte sind beachtlich: Nahezu jeder kann dieses Verkehrsmittel nutzen, altersunabhängig und unabhängig vom Führerscheinbesitz. Autonome Transport-Fahrzeuge können bequem für den Umzug nach Hause geordert werden. Und der Mobilitätsanbieter selbst kann seine Flotte immer per Knopfdruck dorthin schicken, wo sie aufgrund der Nachfrage benötigt werden oder um notwendige Serviceleistungen wie Reinigungen, Wartungen oder Reparaturen zu erledigen. Zudem schlägt sich für Anbieter positiv nieder, dass autonome Fahrzeuge als sicherer und verschleißärmer eingeschätzt werden als im Betrieb durch die Nutzer selbst. [Rit 18, S. 106f.] Für Nutzer stellt sich die Nutzung beispielhaft folgendermaßen dar:

Per Smartphone-App wird ein Fahrzeug zum aktuellen Standort bestellt und das Ziel angegeben. Es kann konfiguriert werden, welches Fahrzeug zu welcher Zeit benötigt wird und ob man beispielsweise bereit ist die Fahrt mit weiteren Nutzern zu teilen oder nicht. Das System des Anbieters weiß nun, dass es ein Fahrzeug zum Nutzer schicken muss und sendet das am nächsten verfügbare Fahrzeug. Ebenfalls per App kann das Fahrzeug zugänglich gemacht werden und die nutzerspezifischen Sitz-, Radio- und sonstigen Einstellungen im Fahrzeug werden automatisch voreingestellt. Im Anschluss an die Fahrt fährt das Fahrzeug

zum nächsten Nutzer oder stellt sich so im Gebiet auf, dass eine gleichmäßige Verteilung der Fahrzeuge im Geschäftsgebiet vorliegt. [Rit 18, S. 107f.]

Aus wirtschaftlicher Sicht können Fahrzeuge künftig auf deren Einsatz hin optimiert werden. Werden ACS-Fahrzeuge beispielsweise ausschließlich in urbanen Räumen betrieben, müssen diese theoretisch nur Kollisionen bis 50 km/h oder wenig darüber standhalten können. Damit sinken Produktionskosten und durch verringertes Gewicht der Fahrzeuge, verbessertem Energieverbrauch und verschleißärmerem Fahren auch die Betriebskosten. [bcs 22f]

### **E – Electric**

Der letzte Trend bezieht sich auf den Wandel der Antriebstechnologie in der Automobilbranche. Die bisherige Verbrennung fossiler Energieträger weicht der Elektrifizierung der Mobilität insgesamt. Wie oben bereits ausgeführt, ist dabei essenziell, dass der Strom für die Elektrofahrzeuge aus erneuerbaren Energien stammt. [Hen 18, S. 37f.] Ebenso muss die Technologie weiterentwickelt werden. Das bedeutet die Kosten für die Herstellung der Batterien und damit die heute vergleichsweise hohen Anschaffungskosten zu senken, ihre Lebensdauern und Reichweiten zu erhöhen sowie eine ausreichend ausgebaute Ladeinfrastruktur zu gewährleisten. [Hen 18, S. 42ff.] Schätzungen zufolge werden E-Fahrzeuge ab 2025 ausreichend alltagstauglich sein. [RKS 17, S. 47]

Aus Sicht der CS-Anbieter stellen allerdings die hohen Anschaffungskosten gepaart mit möglicherweise auftretenden Leasing-Gebühren für die Batterien sowie das Betreiben einer Ladeinfrastruktur und geringerer Fahrzeugauslastung wegen höherer und häufigerer Ladezeiten enorme Herausforderungen dar. [bcs 22d, S. 4f., Rit 18, S. 111f.]

### **3.5 Stand der Forschung zu Carsharing**

Auf Basis der bis hierhin vorstellten thematischen Grundlagen soll an dieser Stelle eine Einschätzung über die Qualität der Literatur insbesondere im Bereich Carsharing vorgenommen werden.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass Carsharing in der wissenschaftlichen Literatur verhältnismäßig wenig Raum einnimmt. Viele Datenbanken liefern bei der Suche ausschließlich nach dem Begriff „Carsharing“ Ergebniszahlen im oberen zweistelligen oder niedrigen dreistelligen Bereich. Zum Vergleich: Durchsucht man dieselben Datenbanken beispielsweise zum Thema „Supply Chain Management“ ergeben sich Ergebnisse im mittleren vierstelligen Bereich. Die meisten Veröffentlichungen beschäftigen sich mit Geschäftsmodellen von Carsharing, der Lösung von Optimierungsproblemen und technologischen Einflüssen auf Carsharing. Wenig beachtet wird in der Literatur jedoch die Profitabilität und Kostenstruktur eines CS-Betriebs. Einige wenige Publikationen beschäftigen sich dennoch mit diesem Themenfeld, diese werden insbesondere in den folgenden Kapiteln

aufgegriffen und in Kombination mit den bisherigen Erkenntnissen genutzt, um für in dieser Arbeit entwickelte Szenarien sinnvolle Annahmen treffen zu können.

Ein Kernproblem bei Publikationen zur Wirtschaftlichkeit von CS besteht in der mangelnden Vergleichbarkeit untereinander, da jede Untersuchung unterschiedliche und auf bestimmte Regionen oder lokale Gegebenheiten angepasste Annahmen trifft.

Diese Arbeit ergänzt mit dem Fundament der repräsentativen Mobilitätsdaten innerhalb Deutschlands die bisherigen Arbeiten in diesem Bereich und ist auf einem neuen Level informativ. Mit der Untersuchung und Definition der Kostenstruktur von CS-Anbietern sowie der Profitabilitätsuntersuchung von CS in einem abgeschlossenen urbanen System bereichert die vorliegende Arbeit die bisherige Literatur zu diesem Thema.

## 4 Kostenanalyse I

Dieses und die folgenden Kapitel beschäftigen sich nun eingehend mit konkreten Anwendungsfällen und Berechnungen bzw. Kostenanalysen.

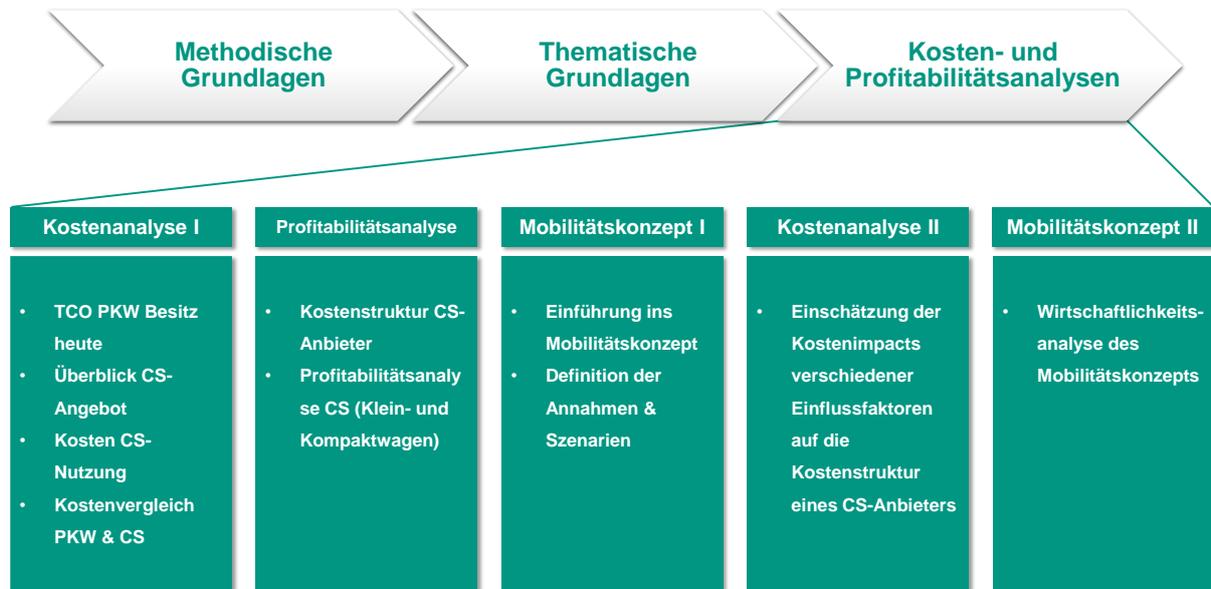


Abbildung 4-1 Überblick der folgenden Kapitel

In diesem Kapitel „Kostenanalyse I“ wird zunächst eine TCO-Betrachtung des privaten PKW-Besitzes heute sowie eine Untersuchung aktueller CS-Angebote ausgewählter Anbieter behandelt. Auf dieser Grundlage wird ein Kostenvergleich zwischen dem Besitz eines Fahrzeugs und der Abbildung derselben Mobilität durch CS analysiert.

Das Kapitel „Profitabilitätsanalyse“ identifiziert die über die üblichen Kostenbausteine des PKW-Besitzes hinausgehenden Kosten, die ein CS-Anbieter tragen muss. Darauf aufbauend wird für den CS-Betrieb eine Aussage zur Profitabilität auf Fahrzeugbasis getroffen.

Mit den Kapiteln „Mobilitätskonzept I & II“ folgt eine Einführung in ein fiktives Mobilitätsszenario mit eigens dafür getroffenen Annahmen und eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung des CS-Betriebs im Rahmen dieses Mobilitätskonzepts.

„Kostenanalyse II“, als Bestandteil des Bereichs „Mobilitätskonzept I“ beschäftigt sich mit der Bewertung der Einflussfaktoren auf die anbieterseitige Kostenstruktur im Bereich CS in Zukunft. Autonomes Fahren nimmt hier eine zentrale Rolle ein.

Die jeweiligen Teilkapitel beinhalten dabei die den Berechnungen zugrunde liegenden, getroffenen Annahmen, die Definition der relevanten Kostenbausteine sowie die Dokumentation und Erklärung der durchgeführten Berechnungen.

An dieser Stelle sei ebenfalls darauf hingewiesen, dass sich die Berechnungen auf Klein- und Kompaktfahrzeuge beschränken, wie in der Aufgabenstellung angegeben. Größere, gehobenere oder Transportfahrzeuge sind nicht Teil der Untersuchungen.

## **4.1 TCO PKW Besitz heute**

Für die Definition der hier relevanten Kostenblöcke wurden entsprechende Quellen der Literatur herangezogen. Hinsichtlich der Quantifizierung dieser Kostenbausteine wurde auf die Recherche möglichst aktueller Marktdaten zurückgegriffen.

### **4.1.1 Kostenfaktoren**

#### **Anschaffungskosten**

Zunächst fallen für den Kauf eines Fahrzeugs Anschaffungskosten an. [Hen 18, S. 118] Diese können entweder durch Ersparnis oder eine Kreditfinanzierung getragen werden oder aber das Fahrzeug wird geleast. Im Rahmen dieser Arbeit wird vereinfachend der Barkauf eines Fahrzeugs betrachtet.

#### **Abschreibungsaufwand / Wertverlust**

Für eine sinnvolle Betrachtung des PKW-Kaufs wird der Kaufpreis nicht allein der Kaufperiode zugeschrieben, sondern auf den Nutzungszeitraum allokiert. Somit fallen periodenbezogene Aufwände an, die den Wertverlust des Fahrzeugs pro Jahr darstellen. [bcs 22g, Hen 18, S. 118f.]

#### **Steuern**

Für jedes Fahrzeug müssen in Deutschland KFZ-Steuern entrichtet werden. Diese setzen sich aus mehreren Komponenten zusammen. Für Fahrzeuge, die bis Juni 2009 zugelassen wurden, sind neben der Antriebsart (Benzin oder Diesel) Hubraum und die Euro-Abgasnorm (z.B. Euro-4) entscheidend. Bei einer Zulassung ab Juli 2009 erfolgt die Steuerfestsetzung nach Antriebsart, Hubraum und CO<sub>2</sub>-Ausstoßwert. Für Erstzulassungen ab dem 01. Januar 2021 wird der CO<sub>2</sub>-Ausstoßwert stärker gewichtet, womit ein Anreiz zu nachhaltigerer Mobilität gesetzt werden soll. Für reine Elektrofahrzeuge gilt aktuell eine Steuerbefreiung für maximal zehn Jahre und längstens bis zum Jahr 2030. [Gen 22] Das Bundesministerium für Finanzen (BMF) bietet auf seiner Internetseite einen KFZ-Steuerrechner an, der in dieser Arbeit verwendet wird, um die Steuerbeträge für die betrachteten Fahrzeuge zu ermitteln. [Bun 22]

## **Versicherung**

In Deutschland ist eine KFZ-Haftpflichtversicherung gesetzlich vorgeschrieben und deckt in erster Linie selbst verursachte Schäden bei anderen Personen ab. Teil- oder Vollkaskoversicherungen sind freiwillig, erhöhen die von der Versicherung abgedeckten Schäden und beinhalten z.B. selbst- sowie fremdverursachte Schäden am eigenen Fahrzeug oder Diebstahl. Die Festsetzung des Versicherungsbetrags orientiert sich an einer Reihe von Faktoren. Die wichtigsten sind im Anschluss an diesen Absatz aufgelistet. [Ver 22b] Für die Berechnung der Versicherungsprämien der betrachteten Fahrzeuge wird das in Deutschland am weitesten verbreitete Vergleichsportal Check 24 genutzt. [CHE 22]

- Deckungssumme
- Regionalklasse
- Fahrzeug-Typklasse
- Berufsgruppe
- Schadensfreiheitsklasse
- Motorstärke
- JFL
- Fahrzeugalter
- Anzahl und Alter der Nutzer
- Private oder dienstliche Nutzung
- Abstell- und Schutzmöglichkeiten des Fahrzeugs

## **Kraftstoff- bzw. Energiekosten**

Für den Betrieb des Fahrzeugs ist der entsprechende Energieträger wichtig. [Hen 18, S. 118] Für die Kosten diesbezüglich orientieren sich die Berechnungen an den Fahrzeugverbräuchen der betrachteten Fahrzeuge sowie an den Kraftstoff- bzw. Energiepreisen aus dem Vorpandemiejahr 2019.

## **Fahrzeuginstandhaltungskosten**

Hierunter fallen Inspektionskosten, Reparaturkosten, Reinigungskosten sowie sonstige zu entrichtende Gebühren wie z.B. Parkgebühren. [Hen 18, S. 118]

## **Transaktionskosten (TCO)**

Unter Transaktionskosten fallen im Falle des Fahrzeugkaufs und in Anbetracht der oben genannten Aufteilung in ex ante und ex post Transaktionskosten Faktoren wie Abhol- bzw. Lieferkosten oder unmittelbar folgende und nicht auf die Eigennutzung bezogene Reparaturkosten etc. Da diese Kosten als sehr gering im Vergleich zu den anderen genannten

Kostenbausteinen anzunehmen sind, da auch nur einmalig anfallend, wird auf eine genauere Analyse von Transaktionskosten auf Grundlage der 80/20 Pareto-Regel verzichtet.

#### 4.1.2 Notwendige Annahmen & Quantifizierung der Kostenfaktoren

In diesem Teilkapitel sollen nun alle notwendigen Annahmen erläutert und begründet werden, die den folgenden Berechnungen zugrunde liegen.

##### **Fahrzeuge**

Diese Arbeit betrachtet Fahrzeuge der Klein- und Kompaktklasse. Für eine anschauliche Berechnung werden konkrete Fahrzeugmodelle ausgewählt und auf klassenspezifische Durchschnittswertermittlungen verzichtet.

Die Auswahl der Fahrzeuge orientiert sich an den Zulassungsstatistiken in Deutschland. Die Ermittlung der relevanten Werte der Fahrzeuge (z.B. Anschaffungskosten, Verbräuche, etc.) wird einer Datenbank des Allgemeinen Deutschen Automobilclubs (ADAC) entnommen, um eine möglichst gute Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten.

Die laut KBA in Deutschland am häufigsten zugelassenen Fahrzeuge stammen vom Hersteller Volkswagen. [Kra 22c, S. 8] Entsprechend werden für die Berechnungen in dieser Arbeit folgende Fahrzeugmodelle betrachtet (die jeweiligen Fahrzeugdatenblätter finden sich im Anhang):

- VW Golf 1.0 TSI (Ottomotor)           Anhang 15-1
- VW Golf 2.0 TDI (Dieselmotor)       Anhang 15-2
- VW ID.3 Pro (Elektromotor)         Anhang 15-3
- VW up! 1.0 (Ottomotor)             Anhang 15-4
- VW e-up! (Elektromotor)            Anhang 15-5

Somit sind sowohl die Fahrzeugklassen der Klein- und Kompaktklasse als auch die jeweiligen gängigen und heute verfügbaren Antriebsarten in den Berechnungen berücksichtigt. Angenommen wird für die TCO-Betrachtung der Barkauf eines Neufahrzeugs zu den Anschaffungskosten, die in den Fahrzeugdatenblättern des ADAC vermerkt sind.

##### **Annahmen zur Abschreibung**

Das BMF gibt Abschreibungszeiträume für bestimmte Nutzgegenstände vor. In der sogenannten AfA-Tabelle (Absetzungen für Abnutzung) des BMF ist ein Abschreibungszeitraum von sechs Jahren für PKW vorgesehen. [Bun 00, Hen 18, S. 118f.] Diese Angaben legen eine Nutzungsdauer in Höhe des angegebenen Abschreibungszeitraums zugrunde und gehen von einer wirtschaftlichen Abnutzung innerhalb

dieses Zeitraums aus, berücksichtigen so also keinen Restwert des Gegenstands nach Ablauf des Zeitraums. Der Autor dieser Arbeit nimmt an, dass ein PKW nach sechs Jahren z.B. auf dem Gebrauchtwagenmarkt für ein Entgelt veräußert werden kann. Dadurch kommen Abschreibungen im Bereich des privaten Fahrzeugbesitzes in dieser Arbeit wie folgt zustande: Der Kaufpreis dividiert durch den Abschreibungszeitraum (in diesem Fall sechs Jahre) ergibt die Restwertannahme am Ende des Nutzungszeitraums. Der Kaufpreis abzüglich dieser Restwertannahme wird dann durch den Abschreibungszeitraum dividiert, um die jährliche Abschreibung zu errechnen.

Beispiel: Ein Fahrzeug kostet in der Anschaffung 30.000 €. Bei einem Abschreibungszeitraum von sechs Jahren ergibt sich nach obiger Logik ein Restwert von 5.000 € ( $30.000 \text{ €} / 6$ ) am Ende der sechs Jahre. Für den Abschreibungszeitraum ergibt sich eine Bemessungsgrundlage von 25.000 €, die auf die sechs Jahre aufgeteilt werden. Es werden also 4.166,67 € pro Jahr an Wertverlust abgeschrieben ( $25.000 \text{ €} / 6$ ).

### **Verbräuche und Kraftstoffkosten**

Für die Verbräuche (Kraftstoff und Strom) der jeweiligen Fahrzeuge pro 100 Kilometer werden die in den Fahrzeugdatenblättern hinterlegten, kombinierten WLTP-Werte (Worldwide harmonized Light Duty Test Procedure) verwendet. Sowohl WLTP als auch der früher durchgeführte NEFZ (Neuer europäischer Fahrzyklus) sind Messverfahren, um die Kraftstoffverbräuche und Emissionswerte von Fahrzeugen anhand einer standardisierten Fahrsimulation zu messen. Der WLTP-Zyklus löste den NEFZ-Zyklus 2017 ab und soll realistischere Verbrauchswerte ermitteln. [Kro 21]

Bei den Kraftstoffkosten werden die Werte aus dem Jahr 2019 verwendet, die nicht unter einem Kriseneinfluss stehen. Tabelle 4-1 stellt die durchschnittlichen monatlichen und jährlichen Kraftstoffpreise von 2018 bis August 2022 auf Basis einer Auswertung des ADAC dar. Ersichtlich wird hier, dass der Beginn der Pandemie Anfang 2020 zu einem Nachfrageschock und zu fallenden Preisen führte, wohingegen der Kriegsausbruch im Frühjahr 2022 zu Versorgungsunsicherheiten und deutlich steigenden Preisen führte. Daher werden für Benzin und Diesel die Durchschnittswerte aus dem Jahr 2019 für die Berechnungen verwendet. [All 22c]

	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Ø
<b>Kraftstoffpreisentwicklung 2018</b>													
Super E10 (in ct pro l)	135,5	134,2	132,4	137,1	143,7	144,5	144,5	146,8	150	151,4	152,6	141,2	<b>142,8</b>
Diesel (in ct pro l)	120,9	118,7	118,3	121,4	127,7	128,7	128,1	129,6	133,7	138,8	143,1	130,7	<b>128,3</b>
<b>Kraftstoffpreisentwicklung 2019</b>													
Super E10 (in ct pro l)	132,9	132,5	135,7	144,7	150,8	147,8	144,8	141,2	139,7	138,4	138,3	138,7	<b>140,5</b>
Diesel (in ct pro l)	123,8	125,3	126,5	127,9	130,2	126,1	125,2	124,1	126	126,3	125,7	127,2	<b>126,2</b>
<b>Kraftstoffpreisentwicklung 2020</b>													
Super E10 (in ct pro l)	140,3	138,3	128,3	117,1	117	123,9	125,6	124,8	124,5	122,8	120,2	123,1	<b>125,5</b>
Diesel (in ct pro l)	129,9	123,9	115,4	108,2	105	108,6	109	108,2	104,9	104,2	105,6	110,9	<b>111,1</b>
<b>Kraftstoffpreisentwicklung 2021</b>													
Super E10 (in ct pro l)	135,1	139,4	145,4	146,6	148,3	150,7	154,7	155,7	156,9	165,1	168	160,5	<b>152,2</b>
Diesel (in ct pro l)	123,3	127,6	131,5	130,9	133,1	136,3	138,9	138,6	141,1	153,3	156	151,9	<b>138,5</b>
<b>Kraftstoffpreisentwicklung 2022</b>													
Super E10 (in ct pro l)	167	174,2	206,9	197	206,4	191,1	179,5	172,9					<b>186,9</b>
Diesel (in ct pro l)	159,6	166,2	214	202,4	203,3	201,9	195,6	195,9					<b>192,4</b>

Tabelle 4-1 Entwicklung der Kraftstoffpreise (Benzin und Diesel) seit 2018 [All 22c]

Bei den Stromkosten für die Aufladung von Elektrofahrzeugen existieren je nach Anbieter und Art des Ladestroms (normales Laden oder Schnellladen) insbesondere aktuell sehr unterschiedliche Angaben zu den Kosten pro Kilowattstunde (kWh). Laut Bundesministerium für Wirtschaft und Klima (BMWK) lag der Strompreis in Deutschland im Jahr 2019 bei rund 31 Cent pro kWh. [Bun 21] Dieser kWh Preis wird den Berechnungen zugrunde gelegt.

### Steuerbetrag

Zur Ermittlung des Steuerbetrags wurde, wie oben bereits erwähnt, der Steuerrechner des BMF und die notwendigen Daten (Hubraum, CO<sub>2</sub>-Emissionswerte, ggf. Gewicht) aus den Fahrzeugdatenblättern des ADAC verwendet. Die so ermittelten Steuerbeträge decken sich mit den in den Datenblättern vermerkten Steuerbeträgen.

### Versicherungsprämien

Um die Versicherungsprämien der Fahrzeuge zu berechnen, wurde Check 24 als größtes Vergleichsportal in Deutschland verwendet. Zur Ermittlung der Versicherungsprämie wurden auch hier Angaben aus den Fahrzeugdatenblättern verwendet und Annahmen zum Halter des Fahrzeugs getroffen. Tabelle 4-2 gibt hierzu eine Übersicht.

Fahrzeugangaben	nach Fahrzeugdatenblatt ADAC
Jahresfahrleistung	für jeden Use Case angepasst
Nutzungsart	privat
Abstellmöglichkeit	Carport
Finanzierung	Barkauf
Saisonkennzeichen	Nein
Geschlecht	männlich
Geburtsdatum	01.01.1992 (heute 30 Jahre)
Familienstand	ledig
Beruflicher Status	angestellt
Wohnort	76131 Karlsruhe
Begleitetes Fahren	Ja
Punkte in Flensburg	Nein
Halter = Versicherungsnehmer	Ja
Vergangene Schäden	Keine
Schadensfreiheitsklasse	SF 13 (unfallfrei seit Führerscheinbesitz)
Tarif	mit Vollkasko (500€ Selbstbeteiligung)

*Tabelle 4-2 Übersicht Annahmen zur Errechnung der Versicherungsprämie*

Der jeweils günstigste Tarif, der Haftpflicht- und Vollkaskoleistungen abdeckt, wurde der Berechnung zugrunde gelegt.

### **Jahresfahrleistungen**

Für die TCO-Betrachtung des privaten PKWs werden mehrere Jahresfahrleistungen betrachtet. Auf Basis der oben vorgestellten Mobilitätsberichte sowie Daten weiterer Quellen ergeben sich verschiedene Angaben zur jährlichen Fahrleistung pro Person im Bereich MIV. Die Hochrechnungen auf Grundlage der Mobilitätsberichte liegen bei ca. 10.000 km pro Jahr (vgl. Tabelle 3-3 und Tabelle 3-5). In urbanen Ballungszentren liegt der Weegeanteil bei MIV im Vergleich zum Gesamtdurchschnitt ca. 20 % niedriger (vgl. Tabelle 3-4), was einer Reduktion der Fahrleistung um 2.000 km auf 8.000 km entspricht. Laut [Hen 18] liegt die urbane Fahrleistung mit ca. 5.000 – 6.000 km pro Jahr sogar noch geringer. [Hen 18, S. 134] Das KBA gibt die Fahrleistungen für unterschiedliche Antriebsarten auf ca. 10.000 km für Benzin-Fahrzeuge, ca. 20.000 km für Dieselfahrzeuge und ca. 15.000 km für andere Antriebe an (vgl. Kapitel 3.1.3). Somit werden für die Berechnungen Fahrleistungen von 5.000 km, 8.000 km, 10.000 km, 15.000 km und 20.000 km betrachtet.

### **Mittlere Geschwindigkeitsannahme**

Um für die jeweiligen Nutzungsmuster auch entsprechende Auslastungen bzw. Nutzungsgrade der Fahrzeuge berechnen zu können, wird eine Annahme zur Durchschnittsgeschwindigkeit benötigt. Diese bestimmt auch die jeweiligen Kosten pro Zeiteinheit. Tabelle 4-3 listet die bisher dokumentierten mittleren Geschwindigkeiten auf und ergänzt diese um weitere Angaben in der Literatur, um so zu einer Annahme für diese Arbeit zu gelangen.

	<b>Geschwindigkeits- angabe</b>	<b>Bemerkung</b>	<b>Quelle</b>
1	43,65 km/h	MOP Berechnung anhand JFL I	[ECM 21]; vgl. Tabelle 3-3
2	53,3 km/h	MOP Berechnung anhand JFL II	[ECM 21]; vgl. Tabelle 3-3
3	36,32 km/h	MiD Berechnung	[iDI 19a]; vgl. Tabelle 3-5
4	27,7 km/h	„Große Kern- und Großstädte“	[Hen 18, S. 133]
5	29,5 km/h	„Kleinere Kern- und Großstädte“	[Hen 18, S. 133]
6	29,7 km/h	„Große Mittelstädte“	[Hen 18, S. 133]
7	32,7 km/h	„Kleinere Mittelstädte“	[Hen 18, S. 133]
8	35,2 km/h	„Kleinstädte“	[Hen 18, S. 133]
Ø	<b>36 km/h</b>		

*Tabelle 4-3 Ableitung der mittleren Geschwindigkeitsannahme*

Auf Grundlage der Geschwindigkeitsdaten in Tabelle 4-3 wird für den Rest der Arbeit eine mittlere Geschwindigkeitsannahme von 35 km/h getroffen.

### **Annahmen zu Instandhaltungs- und sonstigen Kosten**

Ein Fahrzeug bringt während seiner Nutzungsdauer Aufwände für Inspektionen, Wartungen sowie Reparaturen mit sich, die berücksichtigt werden müssen. Ebenso fallen ggf. Kosten für Reinigungen und Parken an.

Zunächst ist jedes Fahrzeug alle zwei Jahre verpflichtet eine Haupt- sowie eine Abgasuntersuchung durchzuführen, um die Verkehrssicherheit der im Straßenverkehr involvierten Fahrzeuge zu garantieren. Die Kosten hierfür belaufen sich auf 125,50 €. Dieser Kostenbaustein fließt mit 62,75 € für Verbrennerfahrzeuge in die jährliche Betrachtung ein. Für Elektrofahrzeuge entfällt eine Abgasuntersuchung. Hier betragen die Gebühren für die Hauptuntersuchung noch 56,60, also 28,30 € pro Jahr. [TÜV 22]

Instandhaltungs-, Wartungs- und Reparaturkosten setzen sich wie folgt zusammen: Angenommen wird ein Ölwechsel pro 10.000 km [LLM 13, S. 4], ein Reifenwechsel pro 50.000 gefahrener Kilometer [BBB 18, S. 78], sowie eine eigene Annahme weiterer Inspektions- und Reparaturkosten von 250 € pro Jahr. Nach einer breiten Internetrecherche fließen die Kosten für den Ölwechsel mit 125 € und die Kosten für den Reifenwechsel mit 400 € in die Berechnung ein.

Bei der Betrachtung von Elektrofahrzeugen fallen die Instandhaltungskosten geringer aus. Ein Ölwechsel wird hier nicht fällig und durch weniger verbaute bewegliche Teile gilt ein Elektrofahrzeug als wartungsärmer, allerdings sind Reparaturen aktuell noch kostspieliger als bei konventionellen Fahrzeugen. [LLM 13, S. 4] Durch den Wegfall der Ölwechselkosten bei einer Beibehaltung der Inspektions- und Reparaturkosten ergibt sich eine Kostenreduktion im Vergleich zu herkömmlich angetriebenen Fahrzeugen von ca. 33 % was sich in etwa mit den Annahmen in [LLM 13, S. 4] deckt.

Parkgebühren fließen mit 300 € pro Jahr in die Berechnungen ein. Dabei berücksichtigt wird beispielhaft ein Bewohnerparkausweis für die Stadt Karlsruhe zu Kosten von 180 € pro Jahr [Sta 22g] sowie 10 € pro Monat für externes Parken.

Reinigungskosten werden zusätzlich mit 10 € pro Monat ebenfalls berücksichtigt.

### 4.1.3 Berechnung der TCO

Formelzeichen	n	-	-	pp	c	-	-	vol	rg
Klasse		Fahrzeuge	Antrieb	Kaufpreis	Verbrauch in l oder kWh pro 100 km (WLTP)	CO2-Emissionen in g/km <sup>1</sup> (WLTP)	Hubraum	Tankgröße in l	Reichweite in km (WLTP) <sup>2</sup>
Kompakt	1	Golf 8	Otto	23.000 €	5,3	121	999	45	849
	2	Golf 8	Diesel	25.000 €	4,2	110	1968	45	1071
	3	ID.3	Elektro	35.000 €	15,4	0	nv	nv	426
Klein/Mini	4	up!	Otto	15.000 €	5,1	115	999	35	686
	5	e-up!	Elektro	22.000 €	14,5	0	nv	nv	258

<sup>1</sup> Für Elektrofahrzeuge ohne Berücksichtigung des zum Betrieb verwendeten Strommix sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen während des Produktionsprozesses

<sup>2</sup> Für Elektrofahrzeuge entsammt der Wert für die Reichweite dem Fahrzeugdatenblatt

Tabelle 4-4 Übersicht Fahrzeugdaten

Tabelle 4-4 zeigt die aus den Datenblättern übernommenen Fahrzeugdaten für die ausgewählten Fahrzeuge. Die Reichweiten der Fahrzeuge wurden für Elektrofahrzeuge aus den Datenblättern nach WLTP-Zyklus übernommen und für die anderen Antriebe wie folgt

$$\text{berechnet: } rg_n = \frac{vol_n}{c_n} * 100.$$

Formelzeichen	n	-	-	pp	rv	depr	tax	mtnc <sub>fix</sub>	oth <sub>fix</sub>
Klasse		Fahrzeuge	Antrieb	Kaufpreis	Restwertannahme nach 6 Jahren	Wertverlust / Abschreibung	Steuern	Instandhaltung fix	Sonstige Fixkosten
Kompakt	1	Golf 8	Otto	23.000 €	3.833,33 €	3.194,44 €	73,00 €	312,75 €	420,00 €
	2	Golf 8	Diesel	25.000 €	4.166,67 €	3.472,22 €	220,00 €	312,75 €	420,00 €
	3	ID.3	Elektro	35.000 €	5.833,33 €	4.861,11 €	- €	278,30 €	420,00 €
Klein/Mini	4	up!	Otto	15.000 €	2.500,00 €	2.083,33 €	60,00 €	312,75 €	420,00 €
	5	e-up!	Elektro	22.000 €	3.666,67 €	3.055,56 €	- €	278,30 €	420,00 €

Tabelle 4-5 Übersicht Fixkosten pro Jahr

Tabelle 4-5 zeigt die Übersicht der Fixkosten pro Jahr mit folgenden Berechnungen:

- Restwertannahme  $rv_n = \frac{pp_n}{6}$
- Wertverlust  $depr_n = \frac{pp_n - rv_n}{6}$
- Steuern nach BMF Steuerrechner
- Fixe Instandhaltungskosten (Verbrenner)  $mtnc_{fix}^{ICEV} = 62,75 \text{ €} + 250,00 \text{ €}$
- Fixe Instandhaltungskosten (EV)  $mtnc_{fix}^{EV} = 28,30 \text{ €} + 250,00 \text{ €}$
- Sonstige Fixkosten (Parken+Reinigung)  $oth_{fix} = 180,00 \text{ €} + 120,00 \text{ €} + 120,00 \text{ €}$

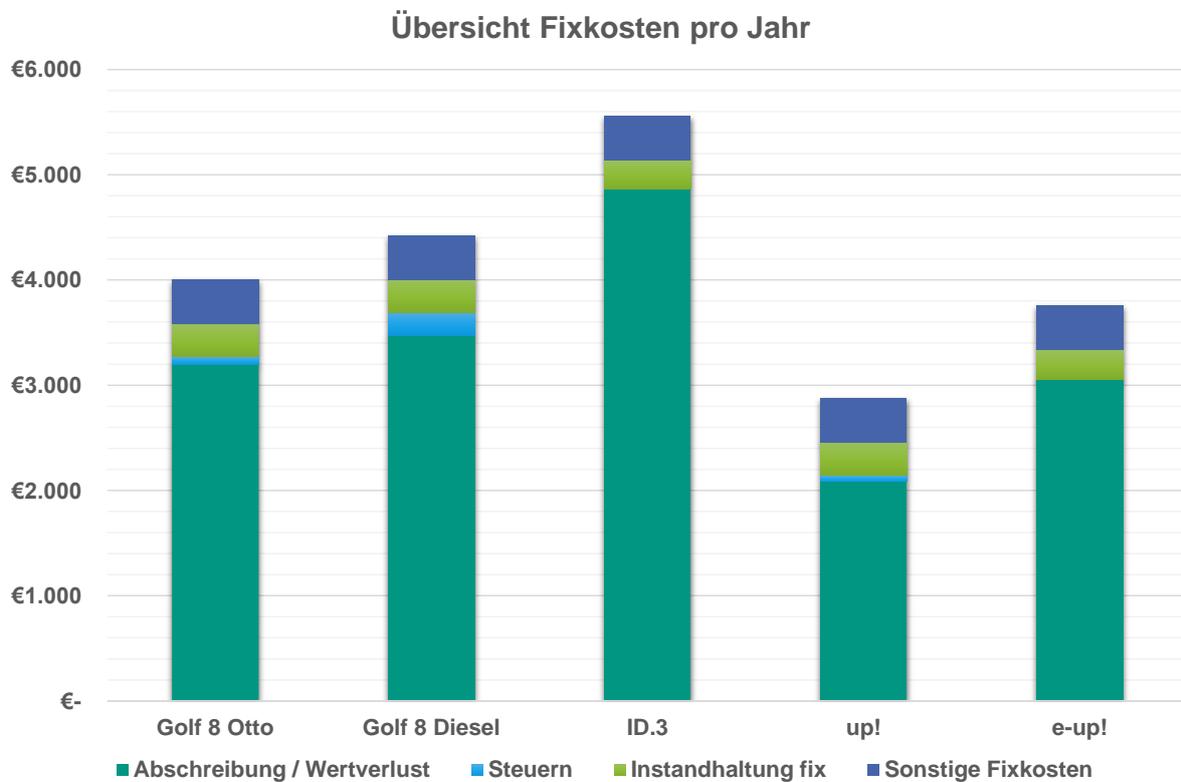


Abbildung 4-2 Grafische Vergleichsdarstellung der Fixkosten pro Fahrzeug

Formelzeichen	n	-	-	vkt	ins	ec	ecpu	mtcn <sub>var</sub>	
Klasse		Fahrzeuge	Antrieb	JFL in km	Versicherung	Kraftstoff- / Stromkosten	Preis pro l / kWh	Instandhaltung variabel	
Klasse	1.1	Golf 8	Otto	5.000	290,00 €	372,33 €	1,405 €	102,50 €	
	1.2			8.000	330,00 €	595,72 €	1,405 €	164,00 €	
	1.3			10.000	350,00 €	744,65 €	1,405 €	205,00 €	
	1.4			15.000	420,00 €	1.116,98 €	1,405 €	307,50 €	
	1.5			20.000	460,00 €	1.489,30 €	1,405 €	410,00 €	
	Kompakt	2.1	Golf 8	Diesel	5.000	340,00 €	265,02 €	1,262 €	102,50 €
		2.2			8.000	380,00 €	424,03 €	1,262 €	164,00 €
		2.3			10.000	390,00 €	530,04 €	1,262 €	205,00 €
		2.4			15.000	460,00 €	795,06 €	1,262 €	307,50 €
		2.5			20.000	520,00 €	1.060,08 €	1,262 €	410,00 €
	Klein/Mini	3.1	ID.3	Elektro	5.000	260,00 €	238,70 €	0,31 €	40,00 €
		3.2			8.000	300,00 €	381,92 €	0,31 €	64,00 €
		3.3			10.000	320,00 €	477,40 €	0,31 €	80,00 €
		3.4			15.000	360,00 €	716,10 €	0,31 €	120,00 €
		3.5			20.000	390,00 €	954,80 €	0,31 €	160,00 €
Klein/Mini	4.1	up!	Otto	5.000	200,00 €	358,28 €	1,405 €	102,50 €	
	4.2			8.000	230,00 €	573,24 €	1,405 €	164,00 €	
	4.3			10.000	240,00 €	716,55 €	1,405 €	205,00 €	
	4.4			15.000	260,00 €	1.074,83 €	1,405 €	307,50 €	
	4.5			20.000	290,00 €	1.433,10 €	1,405 €	410,00 €	
	5.1	e-up!	Elektro	5.000	220,00 €	224,75 €	0,31 €	40,00 €	
	5.2			8.000	260,00 €	359,60 €	0,31 €	64,00 €	
	5.3			10.000	270,00 €	449,50 €	0,31 €	80,00 €	
	5.4			15.000	290,00 €	674,25 €	0,31 €	120,00 €	
	5.5			20.000	330,00 €	899,00 €	0,31 €	160,00 €	

Tabelle 4-6 Übersicht variable Kosten pro Jahr

Tabelle 4-6 zeigt die Übersicht der variablen Kosten pro Jahr mit folgenden Berechnungen:

- Versicherungsprämie nach Vergleichsportal Check24 und oben genannten Annahmen

- Kraftstoff- / Stromkosten  $ec_n = \frac{vkt_n}{100} * c_n * ecpu_n$

- Variable Instandhaltungskosten (Verbrenner)

$$mtcn_{var, n} = \left( \frac{vkt_n}{50.000} * 400 \text{ €} \right) + \left( \frac{vkt_n}{10.000} * 125 \text{ €} \right)$$

- Variable Instandhaltungskosten (EV)

$$mtcn_{var, n} = \left( \frac{vkt_n}{50.000} * 400 \text{ €} \right)$$

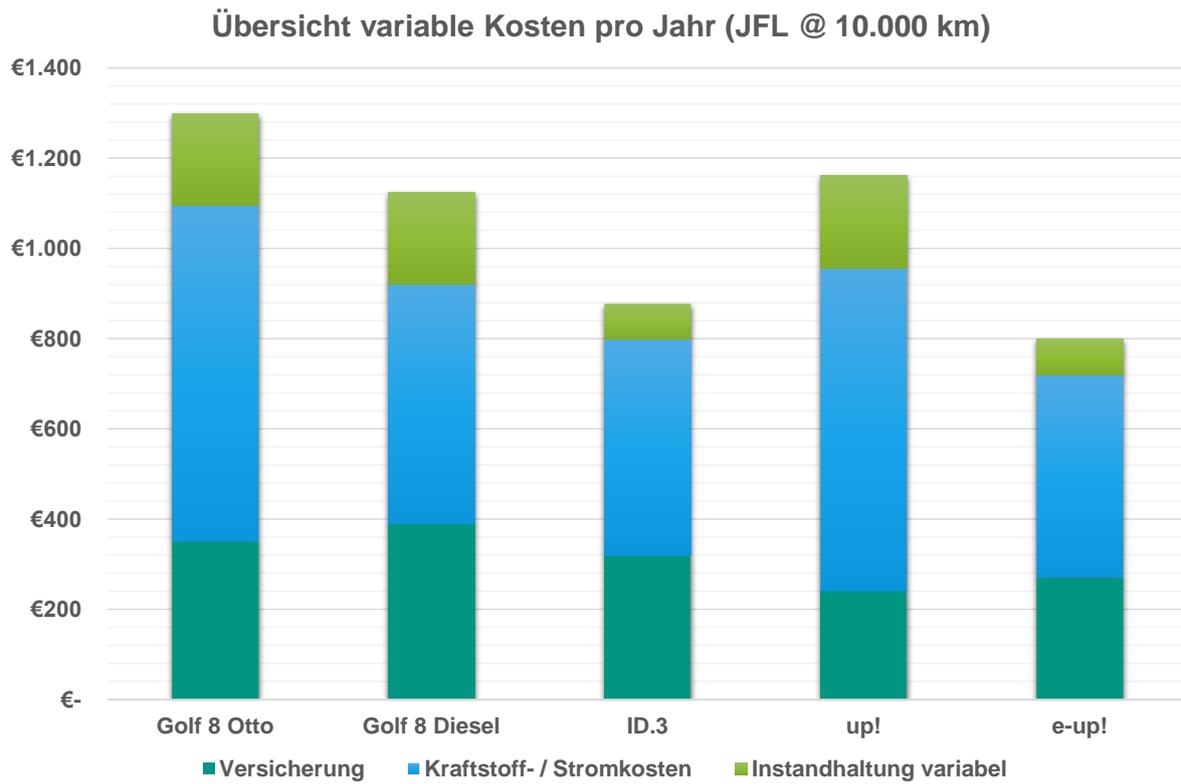


Abbildung 4-3 Grafische Vergleichsdarstellung der variablen Kosten pro Fahrzeug für eine JFL von 10.000 Kilometern

Formelzeichen	n	-	-	vkt	cost <sub>fix</sub>	cost <sub>var</sub>	tco <sub>pa</sub>
Klasse		Fahrzeuge	Antrieb	JFL in km	Σ Fixkosten	Σ Var. Kosten	TCO p.a.
Kompakt	1.1	Golf 8	Otto	5.000	4.000,19 €	764,83 €	4.765,02 €
	1.2			8.000	4.000,19 €	1.089,72 €	5.089,91 €
	1.3			10.000	4.000,19 €	1.299,65 €	5.299,84 €
	1.4			15.000	4.000,19 €	1.844,48 €	5.844,67 €
	1.5			20.000	4.000,19 €	2.359,30 €	6.359,49 €
	2.1	Golf 8	Diesel	5.000	4.424,97 €	707,52 €	5.132,49 €
	2.2			8.000	4.424,97 €	968,03 €	5.393,00 €
	2.3			10.000	4.424,97 €	1.125,04 €	5.550,01 €
	2.4			15.000	4.424,97 €	1.562,56 €	5.987,53 €
	2.5			20.000	4.424,97 €	1.990,08 €	6.415,05 €
	3.1	ID.3	Elektro	5.000	5.559,41 €	538,70 €	6.098,11 €
	3.2			8.000	5.559,41 €	745,92 €	6.305,33 €
	3.3			10.000	5.559,41 €	877,40 €	6.436,81 €
	3.4			15.000	5.559,41 €	1.196,10 €	6.755,51 €
	3.5			20.000	5.559,41 €	1.504,80 €	7.064,21 €
Klein/Mini	4.1	up!	Otto	5.000	2.876,08 €	660,78 €	3.536,86 €
	4.2			8.000	2.876,08 €	967,24 €	3.843,32 €
	4.3			10.000	2.876,08 €	1.161,55 €	4.037,63 €
	4.4			15.000	2.876,08 €	1.642,33 €	4.518,41 €
	4.5			20.000	2.876,08 €	2.133,10 €	5.009,18 €
	5.1	e-up!	Elektro	5.000	3.753,86 €	484,75 €	4.238,61 €
	5.2			8.000	3.753,86 €	683,60 €	4.437,46 €
	5.3			10.000	3.753,86 €	799,50 €	4.553,36 €
	5.4			15.000	3.753,86 €	1.084,25 €	4.838,11 €
	5.5			20.000	3.753,86 €	1.389,00 €	5.142,86 €

Tabelle 4-7 Überblick TCO pro Jahr für die verschiedenen Fahrzeuge und JFL

Tabelle 4-7 zeigt den Überblick der Fix- und variablen Kosten für die jeweiligen Fahrzeuge und JFL und berechnet in der letzten Spalte die TCO pro Jahr als Summe aus Fix- und variablen Kosten. Die Zusammensetzung der Fix- und variablen Kosten ist in dieser und den vorherigen Tabellen beispielhaft farblich kenntlich gemacht.

Formelzeichen	n	-	-	vkt	$tco_{pa}$	$tco_{pm}$	$tco_{pd}$	$tco_{pkm}$	$tco_{pmin}$
Klasse		Fahrzeuge	Antrieb	JFL in km	TCO p.a.	TCO p.m.	TCO p.d.	TCO p. km	TCO p. min
Kompakt	1.1	Golf 8	Otto	5.000	4.765,02 €	397,08 €	13,05 €	0,95 €	0,56 €
	1.2			8.000	5.089,91 €	424,16 €	13,94 €	0,64 €	0,37 €
	1.3			10.000	5.299,84 €	441,65 €	14,52 €	0,53 €	0,31 €
	1.4			15.000	5.844,67 €	487,06 €	16,01 €	0,39 €	0,23 €
	1.5			20.000	6.359,49 €	529,96 €	17,42 €	0,32 €	0,19 €
	2.1	Golf 8	Diesel	5.000	5.132,49 €	427,71 €	14,06 €	1,03 €	0,60 €
	2.2			8.000	5.393,00 €	449,42 €	14,78 €	0,67 €	0,39 €
	2.3			10.000	5.550,01 €	462,50 €	15,21 €	0,56 €	0,32 €
	2.4			15.000	5.987,53 €	498,96 €	16,40 €	0,40 €	0,23 €
	2.5			20.000	6.415,05 €	534,59 €	17,58 €	0,32 €	0,19 €
	3.1	ID.3	Elektro	5.000	6.098,11 €	508,18 €	16,71 €	1,22 €	0,71 €
	3.2			8.000	6.305,33 €	525,44 €	17,27 €	0,79 €	0,46 €
	3.3			10.000	6.436,81 €	536,40 €	17,64 €	0,64 €	0,38 €
	3.4			15.000	6.755,51 €	562,96 €	18,51 €	0,45 €	0,26 €
	3.5			20.000	7.064,21 €	588,68 €	19,35 €	0,35 €	0,21 €
Klein/Mini	4.1	up!	Otto	5.000	3.536,86 €	294,74 €	9,69 €	0,71 €	0,41 €
	4.2			8.000	3.843,32 €	320,28 €	10,53 €	0,48 €	0,28 €
	4.3			10.000	4.037,63 €	336,47 €	11,06 €	0,40 €	0,24 €
	4.4			15.000	4.518,41 €	376,53 €	12,38 €	0,30 €	0,18 €
	4.5			20.000	5.009,18 €	417,43 €	13,72 €	0,25 €	0,15 €
	5.1	e-up!	Elektro	5.000	4.238,61 €	353,22 €	11,61 €	0,85 €	0,49 €
	5.2			8.000	4.437,46 €	369,79 €	12,16 €	0,55 €	0,32 €
	5.3			10.000	4.553,36 €	379,45 €	12,47 €	0,46 €	0,27 €
	5.4			15.000	4.838,11 €	403,18 €	13,26 €	0,32 €	0,19 €
	5.5			20.000	5.142,86 €	428,57 €	14,09 €	0,26 €	0,15 €

Tabelle 4-8 Übersicht TCO pro Jahr, Monat, Tag sowie Kilometer und Minute

Tabelle 4-8 bricht die jährlichen TCO nochmals herunter auf Monats-, Tages- sowie Kilometer- und Minutenebene. Die TCO pro Minute errechnen sich nach zugrunde liegender Durchschnittsgeschwindigkeit, indem die TCO pro Jahr auf die benötigte Zeit für die jeweilige JFL aufgeteilt wird.

Beispiel für Fall 1.1:

$$TCO_{pmin} = 4.765,02 \text{ €} / \left( \frac{5.000 \text{ km}}{35 \text{ km/h}} * 60 \right) = 0,56 \text{ €/min}$$

Es wird ersichtlich, dass Elektrofahrzeuge ihre konventionellen Pendanten aufgrund signifikant höherer Anschaffungskosten noch nicht unterbieten können. Hinzu kommt die geringere Reichweite der E-Fahrzeuge, die sich nachteilig auf die Nutzung auswirkt.

Werden den JFL Durchschnittsgeschwindigkeiten zugrunde gelegt, lassen sich die Auslastungen der Fahrzeuge berechnen. Tabelle 4-9 zeigt die unterschiedlichen Nutzungsgrade, die sich wie folgt berechnen:

$$\eta = \frac{JFL}{\bar{v}} * \frac{1}{24} * \frac{1}{365}$$

Es zeigt sich anschaulich, dass der PKW-Nutzungsgrad im Privatbesitz für verschiedene JFL unter 7 % bleibt und damit mindestens 93 % der möglichen Nutzungszeit ungenutzt bleibt. Hierin lässt sich eines der zentralen Argumente für CS finden.

JFL	Ø Geschwindigkeit $\bar{v}$	Nutzungsgrad $\eta$
5.000	35 km/h	1,6 %
8.000	35 km/h	2,6 %
10.000	35 km/h	3,3 %
15.000	35 km/h	4,9 %
20.000	35 km/h	6,5 %

Tabelle 4-9 Übersicht der zeitlichen PKW-Nutzungsgrade in Abhängigkeit der JFL und mittleren Geschwindigkeit

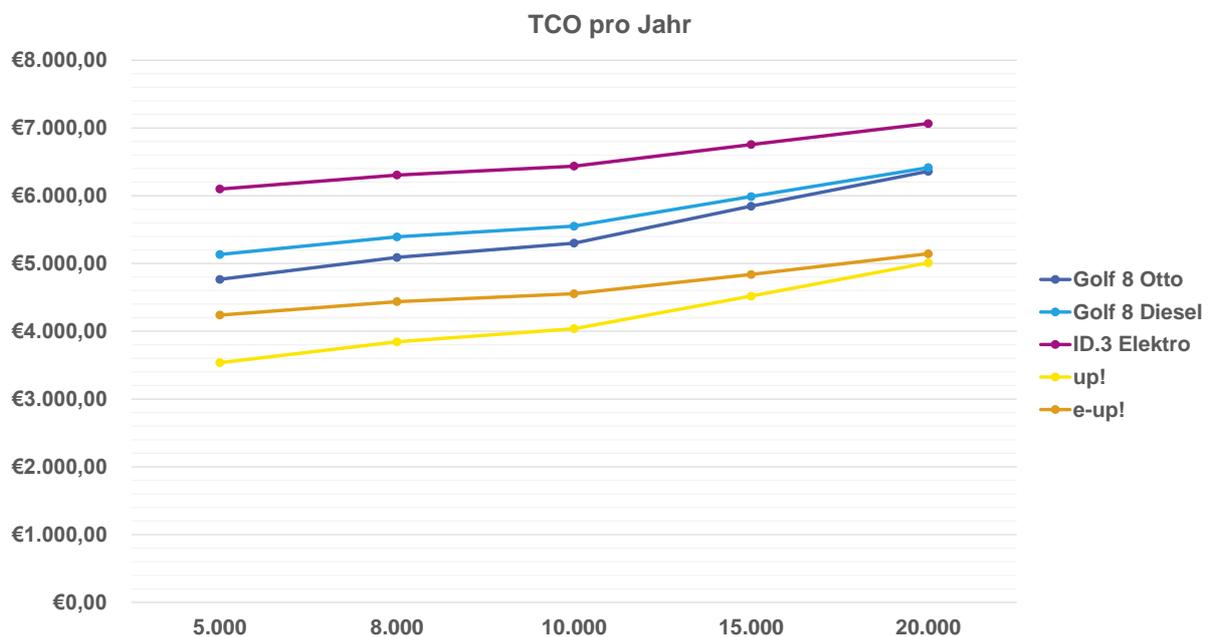


Abbildung 4-4 Grafische Darstellung TCO pro Jahr nach JFL

Abbildung 4-4 zeigt die Entwicklung der TCO pro Jahr in Abhängigkeit der JFL. Je mehr Kilometer pro Jahr gefahren werden, desto teurer ist ein Fahrzeug grundsätzlich. Dies lässt sich auf die Kilometer-variablen Kosten zurückführen.

Abbildung 4-5 stellt die TCO pro Kilometer in Abhängigkeit der JFL dar. Hier wird der Kostendegressionseffekt mit steigender JFL anschaulich deutlich. Die Kosten steigen nicht proportional mit der Kilometerleistung, wodurch ein Fahrzeug umso wirtschaftlicher wird, je mehr es gefahren wird.

Beide Abbildungen zeigen, dass der Dieselantrieb den Benziner bei hohen Laufleistungen kostenseitig einholt. Mit den hier getroffenen Annahmen wird eine Kostenparität bei 20.000 Kilometern erreicht, darüber hinaus wird das Dieselfahrzeug günstiger als der Benziner.

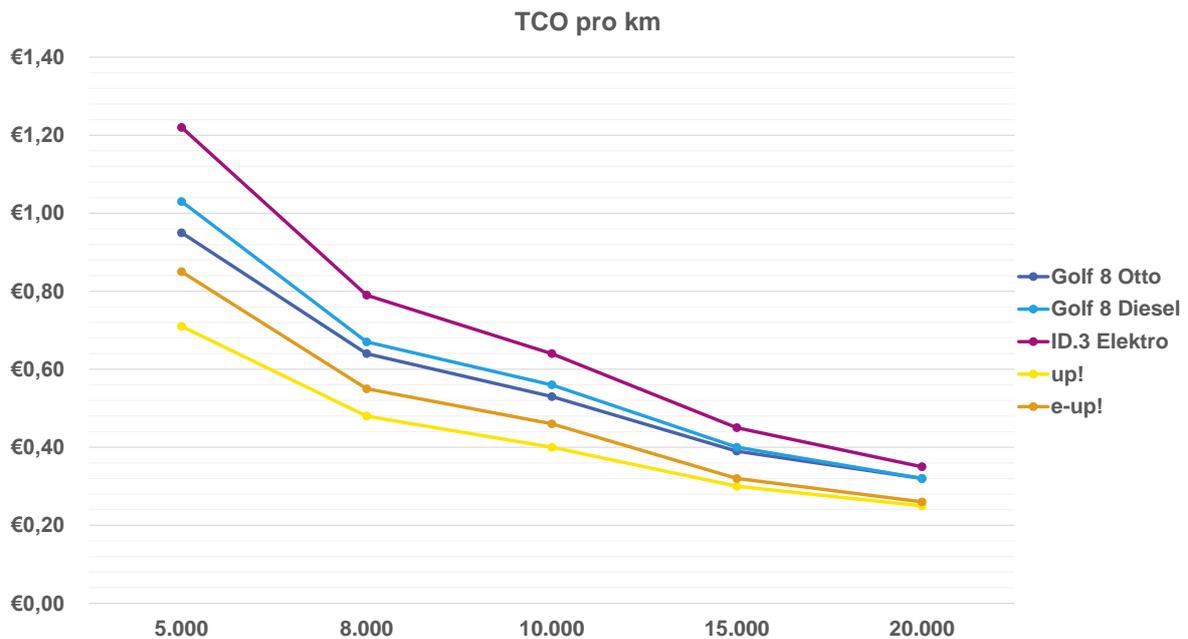


Abbildung 4-5 Grafische Darstellung TCO pro Kilometer nach JFL

## 4.2 Übersicht ausgewählter CS-Angebote

In diesem Abschnitt werden die Angebote ausgewählter CS-Anbieter dargestellt. Wie oben bereits herausgestellt, werden die aktuell drei größten Anbieter auf dem deutschen Markt genauer untersucht. Diese sind: Stadtmobil, ShareNow und Miles. Da die Anbieter in verschiedenen Städten operieren, werden zudem verschiedene Städte und damit Stadtgrößen miteinander verglichen. Betrachtet werden insgesamt folgende Anbieter-Stadt-Kombinationen:

- Stadtmobil Karlsruhe
- Stadtmobil Stuttgart
- ShareNow München
- Miles Berlin

### 4.2.1 Stadtmobil Karlsruhe

Die Stadtmobil-Gruppe insgesamt ist der größte Anbieter von SBCS in Deutschland. [bcs 22a] Die folgenden Informationen hinsichtlich Stadtmobil Karlsruhe beziehen sich ausschließlich auf die auf der Website von Stadtmobil Karlsruhe veröffentlichten Daten. [Sta 22f]

Stadtmobil Karlsruhe bietet überwiegend stationsgebundenes CS für rund 26.000 Nutzer (2021) mit einer Flotte von ca. 1.600 Fahrzeugen (Juli 2022) an. [Sta 22d] Darüber hinaus betreibt der Anbieter eine eigene free-floating-Flotte, die sogenannten Stadtfliiter.

Um das Angebot nutzen zu können, bedarf es einer Mitgliedschaft. Die Kosten für die Mitgliedschaft setzen sich aus einer einmaligen Startgebühr (Starterpaket mit Zugangskarte und Aktivierung) sowie einem Monatsbeitrag und optional einer Gebühr für ein Sicherheitspaket pro Jahr zusammen. Tabelle 4-10 stellt dies nochmal zusammen. Hervorgehoben ist jeweils der Tarif, der in dieser Arbeit verwendet wird.

Tarife	Basis	Premium	Partner*in	Student*in
<b>Preis Starterpaket</b>	<b>80,00 €</b>	<b>380,00 €</b>	<b>80,00 €</b>	<b>80,00 €</b>
Im Preis enthaltene Kauton (bei Kündigung unverzinst zurück)	0,00 €	300,00 €	0,00 €	0,00 €
Teilnahmebeitrag pro Monat	7,00 €	5,00 €	3,00 €	3,00 €
Sicherheitspaket pro Jahr optional	39,00 €	39,00 €	20,00 €	39,00 €

Tabelle 4-10 Übersicht Startgebühren Stadtmobil Karlsruhe [Sta 22f]

Ist die Mitgliedschaft abgeschlossen, fallen nun weitere Kosten für die Nutzung des CS-Angebots an. Diese setzen sich bei Stadtmobil Karlsruhe aus einer Grundgebühr pro Buchung, einem Zeit- und einem Kilometertarif zusammen. Die Nutzungskosten beinhalten die Kraftstoff- und Versicherungskosten. Die Nutzungsgebühren variieren je nach ausgewählter Fahrzeugklasse. Die in dieser Arbeit betrachteten Fahrzeuge Golf, ID.3, up! und e-up! fallen in die Stadtmobil-Kategorien Smart (up! und e-up!), Mittel (Golf) und Kombi (ID.3). Tabelle 4-11 stellt die Nutzungstarife tabellarisch dar.

Tarifklasse	Grundgebühr pro Buchung	pro Stunde	pro 24 Stunden	pro Wochenende	pro Woche	pro km	pro km ab 101 km
A Mini	1,20 €	0,98 €	18,50 €	37,00 €	102,00 €	0,20 €	0,14 €
<b>B Smart</b>	<b>1,20 €</b>	<b>1,28 €</b>	<b>20,50 €</b>	<b>41,00 €</b>	<b>112,00 €</b>	<b>0,20 €</b>	<b>0,14 €</b>
C Klein	1,20 €	1,55 €	22,50 €	45,00 €	122,00 €	0,22 €	0,16 €
<b>D Mittel</b>	<b>1,20 €</b>	<b>1,80 €</b>	<b>23,50 €</b>	<b>47,00 €</b>	<b>132,00 €</b>	<b>0,23 €</b>	<b>0,17 €</b>
<b>E Kombi</b>	<b>1,20 €</b>	<b>2,05 €</b>	<b>25,00 €</b>	<b>50,00 €</b>	<b>142,00 €</b>	<b>0,23 €</b>	<b>0,17 €</b>
F Groß	1,20 €	2,30 €	28,00 €	56,00 €	162,00 €	0,25 €	0,19 €
G Maxi	1,20 €	2,90 €	36,00 €	72,00 €	198,00 €	0,29 €	0,23 €
H Transport	1,20 €	3,90 €	42,00 €	84,00 €	231,00 €	0,31 €	0,25 €

Tabelle 4-11 Nutzungstarife Stadtmobil Karlsruhe [Sta 22f]

Weiterhin gelten laut Stadtmobil folgende Hinweise: Zwischen 0:00 Uhr und 07:00 Uhr beträgt der Zeittarif über alle Fahrzeugklassen 0,50 €. Wochenendtarife gelten von Freitag 17:00 Uhr bis Montag 07:00 Uhr.

Fahrzeuge können über eine App, online oder per Telefon reserviert und mit der Zugangskarte geöffnet werden. Nach der Nutzung müssen die Fahrzeuge im SBCS-Betrieb wieder an ihre ursprüngliche Station zurückgebracht werden. [Sta 22f]

Das FFCS-Modell von Stadtmobil bietet lediglich ein Fahrzeug an, den VW up! in der Klasse Smart. Für eine vom Anbieter angenommene deutlich verkürzte Nutzungsdauer des Stadtflyters gelten zunächst 10-Minuten-Tarife à 0,30 €. Bei längerer Nutzung (länger als 40 Minuten) greifen dann automatisch die regulären Stunden-, Wochenend- und Wochentarife. [Sta 22f] Tabelle 4-12 stellt die Stadtflyter Tarifstruktur dar.

Tarifklasse	Grundgebühr pro Buchung	pro 10 min	pro Stunde	pro 24 Stunden	pro Wochenende	pro Woche	pro km	pro km ab 101 km
B Smart	1,20 €	0,30 €	1,28 €	20,50 €	41,00 €	112,00 €	0,20 €	0,14 €

Tabelle 4-12 Tarifstruktur Stadtflyter von Stadtmobil Karlsruhe [Sta 22f]

#### 4.2.2 Stadtmobil Stuttgart

Stadtmobil bietet in Stuttgart reines SBCS an. Vergleichbare Fahrzeuge mit den hier betrachteten finden sich dort in den Klassen B (up! und e-up!) und C (Golf und ID.3) wieder. Stadtmobil Stuttgart bietet je nach Nutzungsmuster mehrere übergeordnete Tarife an. Für die Betrachtung hier wird der Classic-Tarif für Normalfahrer untersucht. Auch hier werden eine Aufnahmegebühr sowie ein Monatsbeitrag fällig.

Für die Nutzung selbst entstehen keine Buchungsgebühren, dafür aber auch hier sowohl Zeit- als auch Kilometerkosten. Kraftstoff- und Versicherungsgebühren sind ebenfalls in den Nutzungsgebühren inkludiert.

Tabelle 4-13 und Tabelle 4-14 geben zu den Kosten einen Überblick.

	Einzelperson	Haushalt*
Aufnahmegebühr (einmalig)	50,00 €	50,00 €
Monatsbeitrag (Abbuchung einmal pro Jahr)	9,50 €	15,00 €

Tabelle 4-13 Übersicht Startgebühren Stadtmobil Stuttgart [sta 22]

Tarifklasse	pro Stunde (0-7 Uhr)	pro Stunde (7-24 Uhr)	pro 24 Stunden	pro Woche	pro km	pro km ab 101. km	pro km ab 701. km
A	0,00 €	1,40 €	21,00 €	125,00 €	0,25 €	0,23 €	0,23 €
B	0,00 €	2,20 €	25,00 €	140,00 €	0,27 €	0,24 €	0,21 €
C	0,00 €	2,80 €	32,00 €	160,00 €	0,31 €	0,26 €	0,22 €
D	1,00 €	3,20 €	35,00 €	190,00 €	0,34 €	0,30 €	0,30 €
F	2,00 €	4,20 €	44,00 €	245,00 €	0,38 €	0,32 €	0,32 €

Tabelle 4-14 Nutzungsgebühren Stadtmobil Stuttgart [sta 22]

### 4.2.3 ShareNow München

ShareNow ist nach eigenen Angaben der größte FFCS-Anbieter weltweit. [Sha 22c] ShareNow hat 3,5 Millionen Kunden in Europa und betreibt ca. 10.000 Fahrzeuge in 16 europäischen Städten. Das Unternehmen wurde 2019 aus den jeweiligen CS-Diensten von Mercedes-Benz und BMW (car2go und DriveNow) zusammengeschlossen. In München betreibt ShareNow eine Flotte von ca. 1.000 Fahrzeugen, davon 200 elektrisch. [Sha 22d]

Als FFCS-Anbieter operiert ShareNow in einem definierten Geschäftsgebiet komplett flexibel. Fahrzeuge können überall in diesem Gebiet abgestellt, getankt und geladen werden. Wird das Fahrzeug in sogenannten Drop-off-Zonen geparkt, fallen Drop-off-Gebühren an. Diese Zonen gehören zwar zum Geschäftsgebiet, liegen aber weiter außerhalb.

Per App werden die Fahrzeuge entriegelt und nutzbar gemacht. ShareNow bietet als FFCS-Anbieter eine Vorabbuchung mit entsprechender Fahrzeugpositionierung in der Nähe des Kunden an. Die Reservierung selbst ist kostenfrei, allerdings ist diese nur für Nutzungsdauern von mindestens einem Tag möglich. [Sha 22a]

Die Tarifstruktur von ShareNow unterscheidet sich deutlich von der von Stadtmobil. ShareNow erhebt keine Start- oder Monatsgebühren. Buchungsgebühren werden in München erst ab der Fahrzeugklasse M nötig. Vergleichbare Fahrzeuge finden sich in den Klassen XS (up!), S (e-up!) und M (Golf und ID.3). Für Kurzfahrten gilt in der Regel ein Minutentarif, der 200 Kilometer beinhaltet. Darüber hinaus lassen sich auch Stundentarife buchen, die keine Kilometerleistungen beinhalten, sondern diese pro Kilometer bepreisen. Sollten Tarife zeitlich oder auf der Kilometerseite überschritten werden greifen zusätzliche Minuten- und Kilometerpreise. Versicherung und Kraftstoff- bzw. Ladekosten sind auch hier inklusive. Alle Preise von ShareNow sind mit dem Hinweis „ab“ versehen. Den genauen Minutentarif erfährt der Kunde kurz vor Fahrtbeginn. [Sha 22b] Tabelle 4-15 gibt einen Überblick.

	Minutentarif <sup>1</sup>	2 Stunden	4 Stunden	6 Stunden	1 Tag	Buchungsgebühr <sup>2</sup>	km-Tarif <sup>3</sup>	Kosten pro Stunde
<b>XS</b>	0,09 €	13,99 €	23,99 €	33,99 €	49,99 €	- €	0,19 €	5,40 €
<b>Cabrio</b>	0,09 €	15,99 €	26,99 €	37,99 €	59,99 €	- €	0,19 €	
<b>S</b>	0,28 €	15,99 €	26,99 €	37,99 €	59,99 €	- €	0,19 €	16,80 €
<b>Cabrio</b>	0,28 €	17,99 €	29,99 €	39,99 €	69,99 €	- €	0,19 €	
<b>M</b>	0,28 €	17,99 €	29,99 €	39,99 €	69,99 €	0,99 €	0,19 €	16,80 €
<b>L</b>	0,34 €	19,99 €	34,99 €	44,99 €	79,99 €	0,99 €	0,19 €	
<b>Cabrio</b>	0,34 €	19,99 €	34,99 €	44,99 €	79,99 €	0,99 €	0,19 €	

<sup>1</sup> Der Minutentarif beinhaltet 200 Inklusivkilometer. Für jeden Kilometer, der über diese Kilometerzahl hinausgeht, wird der Langstreckentarif von 0,39 € pro Kilometer berechnet. Stunden- und Tagstarife beinhalten keine Kilometer. Für jeden Kilometer werden 0,19 € berechnet.

<sup>2</sup> Die Buchungsgebühr fällt in München ab Klasse M und nur bis zum 6-Stunden-Tarif an.

<sup>3</sup> Der km-Tarif gilt ab dem 2-Stunden-Tarif.

Tabelle 4-15 Tarifübersicht ShareNow München [Sha 22b]

#### 4.2.4 Miles Berlin

Miles ist ebenfalls ein FFCS-Anbieter, der in mehreren deutschen Städten vertreten ist, u.a. in Berlin. Ebenso wie die anderen Anbieter bietet Miles verschiedene Fahrzeugklassen mit verschiedenen Nutzungstarifen an. Die hier betrachteten Fahrzeuge lassen sich in die S- bzw. M-Kategorie einordnen, die dieselben Kosten aufweisen. Miles erhebt keine Anmeldegebühr und auch keine Monatsgebühr, sofern der Führerscheinwerb länger als 12 Monate zurückliegt. Ebenso verzichtet Miles für Kurzstrecken auf einen Zeittarif, stattdessen wird ausschließlich basierend auf den zurückgelegten Kilometern abgerechnet. Miles bietet zwar darüber hinaus auch Tarife für drei bzw. sechs Stunden sowie Tagstarife an, zur besseren Vergleichbarkeit und aus Gründen der Komplexitätsreduktion werden diese Tarife nicht betrachtet. Kraftstoff- bzw. Lade- und Versicherungskosten sind auch hier mit den Nutzungstarifen abgedeckt. [MIL 22] Die Tarifstruktur von Miles ist in Tabelle 4-16 übersichtlich dargestellt.

		Buchungs- gebühr	km-Tarif	3h-Tarif	6h-Tarif	Tagstarif	Reservierungs- kosten	Parken (innerhalb einer Buchung)	Monatspreis
PKW	S/M	1,00 €	0,89 €	29€ + 40km	35€ + 60km	ab 39€ + 50km	15 min frei, danach 0,09€ pro Min.	0,29€ pro Min.	- €
	Premium	2,00 €	0,89 €	39€ + 40km	59€ + 60km	ab 74€ + 50km			- €
Transporter	L	1,00 €	1,19 €	45€ + 40km	59€ + 60km	ab 99€ + 125km	pro Min.		- €
Miles Pass Silver		-50%				-10%			15,00 €
Miles Pass Platin		-100%				-15%			49,00 €

Tabelle 4-16 Nutzungstarife Miles Berlin [MIL 22]

Um im Hinblick auf die Gestaltung einer Tarifstruktur im Mobilitätskonzept eine bessere Vergleichbarkeit zu bieten, gibt Tabelle 4-17 Auskunft über die Gesamtkosten pro Stunde je Anbieter und Fahrzeugklasse, bei einer angenommenen Kilometerleistung pro Stunde von 35 Kilometern und einer Buchung, exkl. etwaiger Fixkosten wie Startgebühren oder Monatsbeiträgen etc.

Anbieter	Fzg.-Klasse	Kosten pro Stunde
Stadtmobil KA	Smart (Up! & e-Up!)	9,48 €
	Mittel (Golf)	11,05 €
	Kombi (ID.3)	11,30 €
Stadtmobil S	B (Up! & e-Up!)	11,65 €
	C (Golf, ID.3)	13,65 €
ShareNow M	XS (Up!)	5,40 €
	S (e-Up!)	16,80 €
	M (Golf, ID.3)	16,80 €
Miles B	S/M (alle)	32,15 €

Tabelle 4-17 Theoretische Gesamtkosten pro Stunde für eine Buchung à 35 Kilometer

**Beispiel:** Für die Nutzung des Golfs bei Stadtmobil Karlsruhe fallen für eine Stunde Nutzung folgende Kosten per Annahme an: 1,20 € Grundgebühr für die Buchung, 1,80 € pro Stunde sowie  $0,23 \text{ €} \cdot 35 \text{ km pro Stunde} = 8,05 \text{ €}$  für die zurückgelegte Distanz. Damit ergeben sich die oben aufgeführten 11,05 €.

### 4.3 Kostenanalyse CS-Nutzung

#### 4.3.1 Vorgehen und Annahmen

In diesem Abschnitt wird dargestellt, wie sich die Kosten für CS-Nutzer darstellen, wenn auf die Nutzung eines privaten PKWs verzichtet und derselbe Mobilitätsbedarf wie oben aufgeführt ausschließlich durch CS-Angebote abgedeckt werden würde. Dies mündet schlussendlich in einer konkreten Vergleichsanalyse der Mobilitätskosten per PKW und CS. Vereinfachend wird auch im Bereich CS im Folgenden von TCO gesprochen. Gemeint sind damit alle mit der Nutzung des CS-Angebots verbundenen Kosten.

Für die Berechnung der CS-Nutzungskosten aus Kundensicht bedarf es einiger weiterer Annahmen.

#### Kosten

Es gelten die in Kapitel 4.2 aufgeführten, zum Zeitpunkt der Berechnung geltenden Nutzungstarife der jeweiligen CS-Anbieter. Die Betrachtung erfolgt für konventionelle und elektrische Antriebe separat. Aus Komplexitätsgründen wird darauf verzichtet Langstreckenereignisse anteilig durch die Nutzung von Stunden-, Wochenend- oder Wochentarifen abzubilden. Die geleistete Mobilität wird jeweils per Tarif der kleinsten Einheit berechnet (z.B. einfacher Minuten- oder km-Tarif). Einmalige Fixkosten werden auch in diesem Szenario auf einen Nutzungszeitraum von sechs Jahren aufgeteilt. Die Kostenbetrachtung erfolgt auch hier auf Jahresbasis.

### Fahrleistungen und Geschwindigkeiten

Bei der CS-Nutzung werden keine Kostendegressionseffekte aus Kundensicht wirksam, sofern nicht signifikante Unterschiede bei der mittleren Weglänge und Geschwindigkeit vorausgesetzt werden. Um mit den Angaben der Mobilitätsberichte bzw. der zuvor dargestellten TCO Berechnung im privaten Bereich konform zu bleiben, wird im Folgenden eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 35 km/h und eine mittlere Weglänge von 15 km angenommen.

#### 4.3.2 Berechnungen

In den hier aufgeführten Berechnungen liegt der Fokus zwecks Vergleichbarkeit auf den Kosten pro Kilometer bzw. pro Minute.

Die Kosten errechnen sich aus den jeweiligen Kostenbausteinen des CS-Angebots (d.h. wo vorhanden Aufnahmegebühren, Monatsbeiträge, Buchungsgebühren, Zeit- sowie Kilometerpreise) dividiert durch die Kilometerleistung bzw. die errechnete Unterwegszeit. Durch die gegebene Linearität und Proportionalität der Rechnungen hinsichtlich der JFL durch fix angenommene Geschwindigkeiten und Weglängen ergeben sich einheitliche Kosten pro Kilometer bzw. Minute für alle JFL. Die jeweiligen Kosten pro Anbieter und Fahrzeugklasse sind in Tabelle 4-18 aufgeführt. Die ausführlichen Berechnungstabellen hierzu finden sich in Anhang 15-6.

Anbieter	CS-Form	Fzg.-Klasse	CS-Fzg.-Klasse	Antrieb	Kosten pro km pro Jahr	Kosten pro Minute
Stadtmobil KA	SBCS	Kompakt	D Mittel (vgl. Golf 8)	konventionell	0,38 €	0,22 €
	SBCS	Kompakt	E Kombi (vgl. ID.3)	elektrisch	0,38 €	0,22 €
	SBCS	Klein	B Smart (vgl. Up! & e-Up!)	konventionell & elektrisch	0,33 €	0,19 €
Stadtmobil KA (Stadtflitzer)	FFCS	Klein	B Smart (vgl. Up!)	konventionell	0,35 €	0,20 €
Stadtmobil S	SBCS	Kompakt	C (vgl. Golf 8 & ID.3)	konventionell & elektrisch	0,40 €	0,23 €
	SBCS	Klein	B (vgl. Up! & e-Up!)	konventionell & elektrisch	0,35 €	0,20 €
ShareNow M	FFCS	Kompakt	M (vgl. Golf 8 & ID.3)	konventionell & elektrisch	0,55 €	0,32 €
	FFCS	Klein	XS (vgl. Up!)	konventionell	0,15 €	0,09 €
	FFCS	Klein	S (vgl. e-Up!)	elektrisch	0,48 €	0,28 €
Miles B	FFCS	Klein & Kompakt	S/M (vgl. alle betr. Fzg.)	konventionell & elektrisch	0,96 €	0,56 €

Tabelle 4-18 Überblick Kilometer- und Minutenkosten unterschiedlicher CS-Anbieter und Fahrzeugklassen für eine JFL von 10.000 Kilometern

#### 4.4 Kostenvergleich PKW-Besitz und CS-Nutzung

In den folgenden Grafiken werden die betrachteten Fahrzeugklassen und deren Antriebe differenziert betrachtet. Verglichen werden jeweils die oben errechneten Kosten pro Kilometer für den Besitz der Fahrzeuge und die Nutzung vergleichbarer CS-Angebote. Die Schnittpunkte der Kurven mit den Geraden zeigen einen Break-even Punkt auf. Solange die Gerade (also ein CS-Anbieter) unter der PKW-Kurve bleibt ist das CS-Angebot wirtschaftlich lohnender. Darüber hinaus lohnt es sich mehr einen PKW zu besitzen.

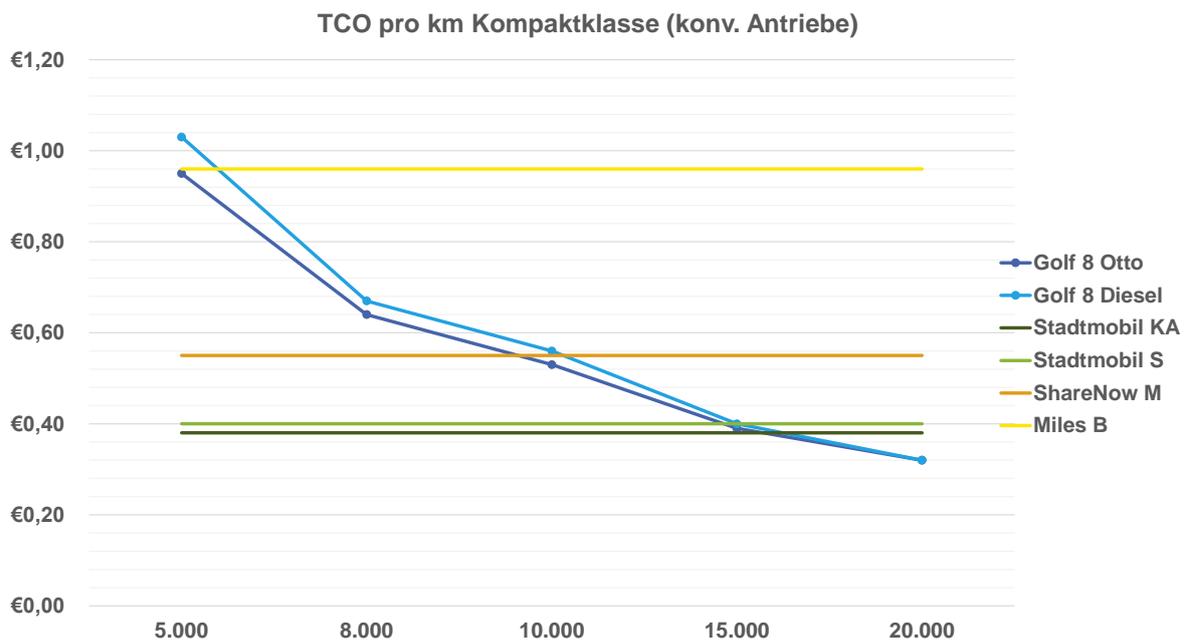


Abbildung 4-6 TCO Vergleich Kompaktklasse (konv. Antriebe)

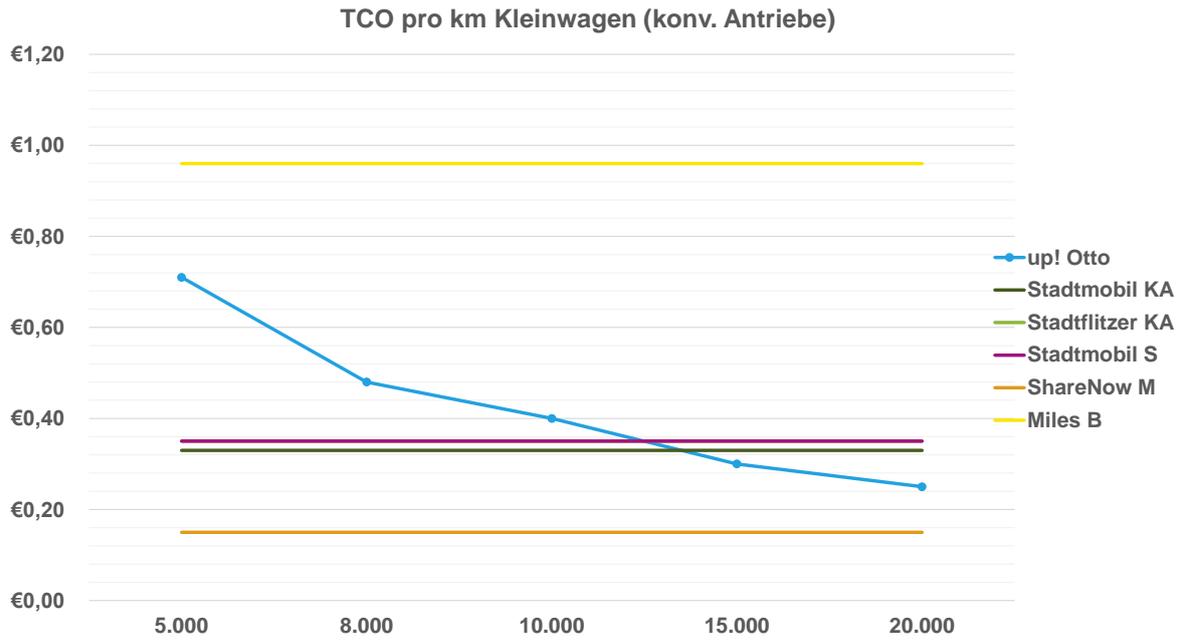


Abbildung 4-7 TCO Vergleich Kleinwagen (konv. Antriebe)

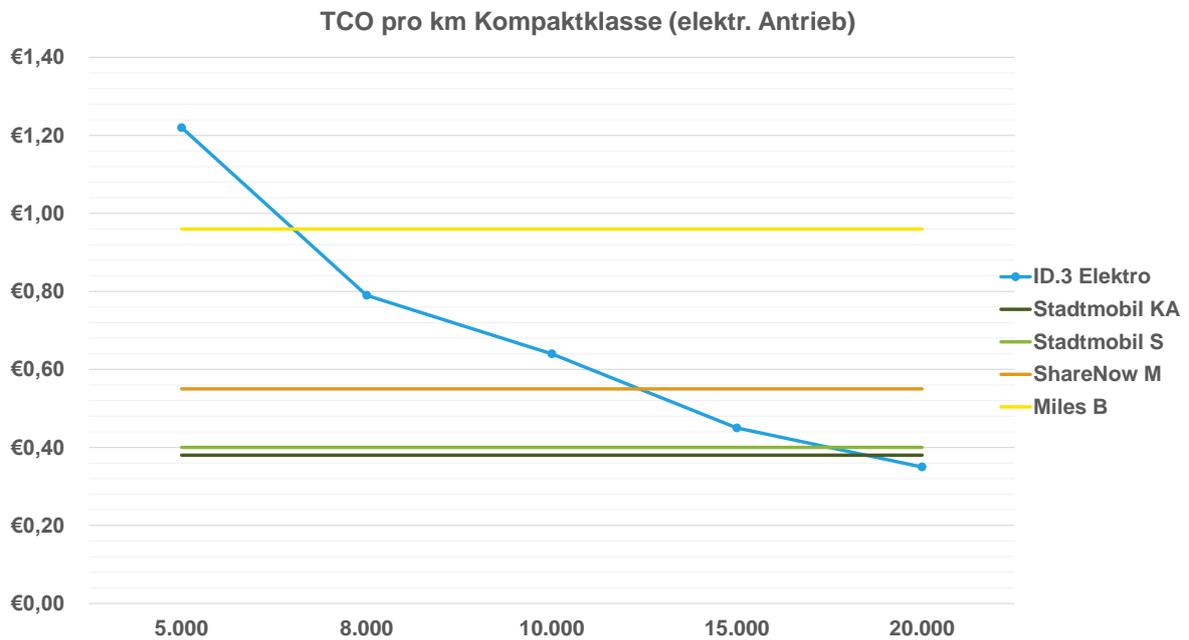
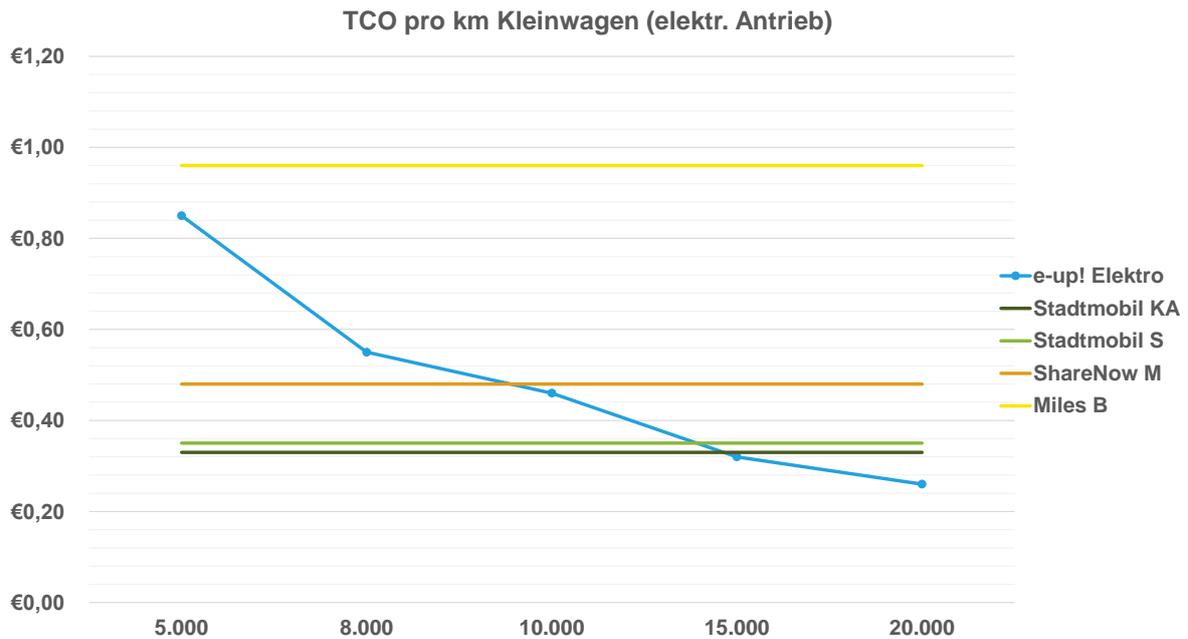


Abbildung 4-8 TCO Vergleich Kompaktklasse (elektr. Antriebe)



*Abbildung 4-9 TCO Vergleich Kleinwagen (elektr. Antriebe)*

Hinsichtlich des CS-Angebots lässt sich aus den Berechnungen ableiten, dass sich CS je nach Anbieter bis zu einer JFL von etwa 15.000 km lohnen kann. Der Wegfall der Fixkosten durch den Kauf eines Fahrzeugs, insbesondere der jährlichen Abschreibungskosten, die auf sechs Jahre verteilt werden, stellt aus Sicht der KundInnen einen zentralen Kostennachteil beim PKW-Besitz dar. Ein Abschreibungszeitraum von sechs Jahren erhöht den Abschreibungsaufwand im Vergleich zu längeren Betrachtungszeiträumen, wodurch sich die Kilometergrenze, ab der CS teurer ist nach oben schiebt. Bei einem Zeitraum von beispielsweise zehn Jahren (vgl. Durchschnittsalter der Fahrzeuge in Deutschland, Tabelle 3-3) würde sich diese Break-even Grenze reduzieren. Das sehr günstige Angebot von ShareNow für den up! lässt sich hauptsächlich durch die Verwendung des 0,09 € Tarifs pro Minute erklären. Durch den Zusatz des Anbieters „ab“ 0,09 € lässt sich möglicherweise ein höherer Nutzungstarif vermuten.

CS stellt nichtsdestotrotz eine wirtschaftliche Alternative zum eigenen PKW dar, auch wenn heute noch Hürden wie die nicht garantierte Verfügbarkeit eines Fahrzeugs und der in Kauf zu nehmende Weg zum Fahrzeug berücksichtigt werden müssen. Versteht man diese Hürden als nicht-monetäre Transaktionskosten im Sinne des TCO-Frameworks, so lässt sich die Kilometer-Break-Even-Grenze gedanklich ebenfalls weiter reduzieren, indem CS-Kosten steigen. So lässt sich die Aussage des BCS nachvollziehen, nach der sich CS heute bis zu einer JFL von mindestens 10.000 km wirtschaftlich gegenüber dem eigenen Fahrzeug lohnt. [bcs 22g]

## 5 Profitabilitätsanalyse CS

Dieses Kapitel hat die Zielsetzung, über die zuvor definierten Kosten eines Fahrzeugs im Privatbesitz hinaus diejenigen Kostenbausteine zu identifizieren, die ein CS-Anbieter zusätzlich tragen muss und so Transparenz bzgl. der Kostenstruktur von CS-Anbietern zu schaffen. Darauf aufbauend wird zur Untersuchung der Profitabilität von CS-Fahrzeugen übergeleitet.

### 5.1 Vorgehen

Die Profitabilität wird im Folgenden auf Fahrzeugebene untersucht. Die nicht direkt einem Fahrzeug zuordenbaren Kostenbausteine werden über Verteilschlüssel nach dem Vorbild des Activity Based Costing (ABC) [Voe 12, S. 192ff.] auf das Fahrzeug verrechnet, beispielsweise werden Personalkosten über ein Verhältnis der Mitarbeiterzahl zur Fahrzeugzahl auf die Fahrzeuge aufgeteilt. Ziel ist es auf Basis der Kosten, die ein CS-Fahrzeug verursacht und anhand eines angenommenen Nutzungstarifs eine Aussage zur nötigen Auslastung des Fahrzeugs zu treffen, die einen profitablen Betrieb sicherstellt.

### 5.2 Übersicht Kostenblöcke CS-Anbieter

Grundsätzlich hat ein CS-Anbieter für seine Fahrzeuge im Wesentlichen dieselben Kosten zu tragen, die auch ein Besitzer eines Fahrzeugs im privaten Bereich tragen muss. Die oben definierten Kostenbausteine gelten also auch hier. Es folgt eine Übersicht der Kostenfaktoren:

#### Übernahmefähige Kosten aus obigen Berechnungen

Ohne größere Veränderungen auch hier zu verwendende Kostenbausteine sind:

- Steuern
- Kraftstoff- bzw. Stromkosten
- Kosten für die Abgas- und Hauptuntersuchung (TÜV)

Da die JFL eines CS-Fahrzeugs nun sehr von der tatsächlichen Auslastung abhängt, ist es sinnvoll einige Kostenbausteine, die sich mit unterschiedlichen JFL verändern auf Kilometerbasis in die Berechnungen einfließen zu lassen und diese so variabel zu gestalten (z.B. Versicherung und Kraftstoffkosten).

### **Anschaffungs- und Finanzierungskosten**

CS-Anbieter müssen größere Mengen an Fahrzeugen in ihre Flotte integrieren, um die Mobilitätsbedarfe ihrer Kunden abdecken zu können. Da hier nicht davon auszugehen ist, dass ein CS-Anbieter diese Kosten per Eigenkapital decken kann, wird eine Kreditfinanzierung der Fahrzeuge angenommen. Der Finanzierungszinssatz orientiert sich an aktuellen Daten des Handelsblatts. Laut einer Studie im Auftrag der Wirtschaftszeitung liegt der durchschnittliche Finanzierungszins für 5-jährige Unternehmenskredite in Deutschland aktuell bei 2,65 %. [Osm 22] Für die Profitabilitätsanalyse wird ein Zins von 3 % angenommen.

In dieser Betrachtung werden die Abschreibungsaufwände im privaten Bereich durch jährliche Finanzierungs- und Tilgungskosten ersetzt. Nach einem Vergleich der so entstehenden Finanzierungskosten über einen Zeitraum von sechs Jahren mit den Leasing-Angeboten der Hersteller für hohe Laufleistungen und ohne Anzahlung ergeben sich ähnliche jährliche Aufwände. Die jeweiligen Kreditpläne, die den jährlichen Finanzierungskosten zugrunde liegen, sind in Anhang 15-7 hinterlegt.

### **Versicherungskosten**

Die analysierte Literatur weist dem Thema Versicherung einer CS-Flotte eine hohe Komplexität zu. Bei der Nutzung von CS-Fahrzeugen sind Schadensfälle durch die heterogene Nutzerstrukturen sowie höherer Auslastung wahrscheinlicher. Somit sind Versicherungskosten als höher einzustufen. Laut [Fra 16] liegen diese drei bis vier Mal höher als die Versicherung eines privaten PKWs. Gleichzeitig können die CS-Anbieter durch die Auswertung von Nutzerdaten und Demographien mehr Transparenz gegenüber dem Versicherer schaffen und die Prämie reduzieren. [Fra 16, S. 30] In dieser Arbeit wird von einer Verdopplung des Versicherungsbeitrags ausgegangen und dieser pro Kilometer ausgewiesen. Der zugrunde gelegte Versicherungsbeitrag orientiert sich jeweils an der JFL von 10.000 Kilometern.

Beispiel: Der Golf 8 Diesel ist in obigen Berechnungen für eine JFL von 10.000 Kilometern mit Versicherungskosten von 390 € angegeben. Bei einer Verdopplung der Kosten auf 780 € und Aufteilung pro Kilometer ergibt sich für den Golf eine Versicherungspauschale von 0,078 € pro Kilometer.

### **Infrastrukturkosten**

Es wird im Hinblick auf eine Ladeinfrastruktur angenommen, dass diese wie auch konventionelle Tankstellen nicht durch die CS-Anbieter selbst aufgebaut, finanziert und betrieben werden, sondern öffentlich verfügbare Tank- und Ladestellen genutzt werden. Es fallen damit keine weiteren Infrastrukturkosten an.

### **Park- und Stationskosten**

Für den Betrieb einer CS-Flotte müssen Vereinbarungen mit der Stadt hinsichtlich Abstellflächen für die Fahrzeuge getroffen werden. Angenommen wird später im MK ein FFCS-Betrieb, der Kosten für die Errichtung von festen Stationen überflüssig macht. Dennoch müssen die Fahrzeuge in nutzungsfreien Phasen abgestellt werden. Für SBCS besteht die Möglichkeit Stellplätze zu kaufen bzw. jährlich zu mieten. Für FFCS-Modelle bestehen häufig individuelle Vereinbarungen mit der jeweiligen Stadt bzw. Kommune hinsichtlich der Mitnutzung öffentlicher und Bewohnerparkflächen. [Rid 17, S. 96ff.] Um auch hier das Vorsichtsprinzip zur Anwendung zu bringen, wird davon ausgegangen, dass pro Fahrzeug jährliche Parkkosten zu entrichten sind. Angaben zu den jährlichen Parkkosten für CS-Anbieter variieren und reichen von 900 € pro Jahr bis zu 1.800 € pro Jahr und Fahrzeug. [Rid 17, S. 96ff., GrSt 21, S. 16, Rüh 19, S. 295] In dieser Arbeit werden jährliche Parkkosten von 1.500 € pro Jahr und Fahrzeug angenommen.

### **Instandhaltungskosten**

Grundsätzlich fallen für CS-Fahrzeuge ebenso Instandhaltungskosten wie für private Fahrzeuge an. Da die JFL eines CS-Fahrzeugs allerdings als höher anzunehmen ist, als die eines Privatfahrzeugs entstehen unter Umständen höhere Instandhaltungskosten pro Jahr. Auch hier ist es sinnvoll diese Kosten für die Berechnungen pro Kilometer anzugeben und diese je nach angenommener Auslastung der Fahrzeuge variabel zu gestalten. Folgende Annahmen gelten für die kilometerbasierten Instandhaltungskosten:

- 1 Ölwechsel pro 10.000 km [LLM 13, S. 4] zum oben genannten Preis von 125 €.
- 1 Reifenwechsel pro 50.000 km (vgl. Kapitel 4.1.2) à 400 €.
- Sonstige Inspektions- und Reparaturkosten von 250 € pro 10.000 km.
- 1 Fahrzeugreinigung pro 300 km à 30 €. [Rüh 19, S. 295] Für eine JFL von 10.000 km ergeben sich so Reinigungskosten von 1.000 €. Dies deckt sich in etwa mit der Annahme von [Rüh 19, S. 295], der jährliche Reinigungskosten von 720 € für ein CS Fahrzeug veranschlagt.

Damit ergibt sich eine Instandhaltungskostenpauschale von 0,1455 € pro Kilometer. Für die Berechnungen wird mit 0,14 € pro Kilometer gerechnet. Durch das Exkludieren der Ölwechselkosten bei Elektrofahrzeugen reduziert sich die Instandhaltungspauschale um einen Cent pro Kilometer. Im Einklang mit dem Vorsichtsprinzip und angesichts dieser kleinen Änderung wird dieselbe Instandhaltungspauschale für alle Fahrzeuge angesetzt.

**Personalkosten**

CS-Anbieter brauchen Personal, um einige wichtige Aufgaben erfüllen zu können. Dazu gehören z.B.: Umpositionieren der Fahrzeuge, Durchführung von Fahrten zur Betankung, Reinigung und sonstigen Instandhaltungsmaßnahmen oder auch das Betreiben einer telefonischen Buchungshotline. Diese Tätigkeiten lassen sich direkt den Fahrzeugen zuordnen, somit können diese Personalkosten auch direkt auf die Fahrzeuge umgelegt werden. Auch in diesem Fall lassen sich Personalkosten pro Fahrzeug errechnen, je nachdem mit wie vielen Mitarbeitern für eine Fahrzeugflotte gerechnet wird.

[Rüh 19, S. 296] nimmt basierend auf einem Experteninterview einen Personalbedarf von einem Mitarbeiter (MA) pro angefangener 100 Fahrzeuge bei Personalkosten von 4.000 € pro Monat an. [GrSt 21, S. 16] gehen auf Basis der Daten von ShareNow von 500 Mitarbeitern für die Flotte von 11.340 Fahrzeugen bei einem Durchschnittsgehalt von 42.000 € pro Jahr aus. [SaAI 19, S. 596] beziffern den Personalbedarf zwischen einem Mitarbeiter pro zehn Fahrzeuge bis zu einem Mitarbeiter pro 80 Fahrzeuge. Stadtmobil Stuttgart gibt für das Jahr 2017 an, insgesamt 23,5 Vollzeitstellen zu besetzen und damit die ca. 500 Fahrzeuge zu betreiben. [sta 18, S. 2] Tabelle 5-1 stellt die Personalkennzahlen nochmal übersichtlich zusammen und leitet eine eigene Annahme zum Personalaufwand bei angenommenen jährlichen Personalkosten von 45.000 € ab.

Quelle	Personalschlüssel	MA pro Fahrzeug	Personalkosten pro Fahrzeug
[Rüh 19, S. 296]	1 MA pro 100 Fahrzeuge	0,01	450 € (=0,01*45.000 €)
[GrSt 21, S. 16]	500 MA pro 11.340 Fahrzeuge	0,04	1.800 €
[SaAI 19, S. 596]	1 MA pro 10 Fahrzeuge	0,1	4.500 €
	1 MA pro 80 Fahrzeuge	0,0125	562,50 €
[sta 18, S. 2]	23,5 MA pro 500 Fahrzeuge	0,047	2.115 €
<b>Annahme dieser Arbeit</b>		<b>0,04</b>	<b>1.800 €</b>

Tabelle 5-1 Übersicht Personalkostenannahmen pro CS-Fahrzeug

### IT-Kosten

Um Fahrzeuge überhaupt buchen und öffnen zu können, bedarf es einer IT-Infrastruktur, die diese Funktionalitäten des CS-Angebots gewährleisten kann. Dazu gehört beispielsweise eine App, über die Buchungen vorgenommen und Fahrzeuge geortet werden können, sowie der Betrieb einer Website und elektronische Zugangssysteme in den Fahrzeugen. [Rid 17, S. 96ff., Bro 04, S. 9] Da jedes Fahrzeug einmalig mit einem Zugangssystem ausgestattet werden muss, fließt dieses in die Kostenrechnung mit ein. Ein solches System kostet laut [Bro 04, S. 9] zwischen 500 \$ und 1.500 \$. Für die folgenden Berechnungen werden Kosten von 1.000 € pro Fahrzeug zugrunde gelegt. Diese Kosten werden gemäß den Abschreibungsvorgaben des BMF (Workstations, Computer, IT-Zubehör) über einen Zeitraum von drei Jahren abgeschrieben. [Bun 00] Damit ergeben sich IT-Kosten von 333,33 € pro Jahr und Fahrzeug innerhalb der ersten drei Jahre. Die Kosten für eine App und die verbundene Plattform werden in der Regel per monatlichem Nutzungsentgelt bezahlt. Diese Kosten beinhalten die Anbindung aller Fahrzeuge. Da sich hierzu keine konkreten Zahlen herausfinden lassen, u.a. da die Systeme meist individuell auf die Anbieter zugeschnitten sind und pro Fahrzeug einen kleinen Beitrag verursachen, fließen diese Kosten nicht weiter in die Berechnungen ein. [GrSt 21, S. 16, Rid 17, S. 96ff.]

Beispiel: Bei einer Annahme von 1.000 € monatlicher IT-Systemkosten und einer Flotte von 1.000 Fahrzeugen, ergäbe sich eine jährliche IT-Pauschale pro Fahrzeug von 12 €. Da dieser Betrag vernachlässigbar klein ist, gilt die Annahme diese Kosten über den Gewinn, also dem Deckungsbeitrag der Fahrzeuge abzudecken.

### 5.3 Kosten- und Profitabilitätsanalyse

Da im CS-Betrieb von höheren Auslastungen und JFL ausgegangen wird, wird der Golf 8 mit Ottomotor nicht mehr betrachtet, da für hohe Auslastungen bei den konventionellen Antrieben der Diesel wirtschaftlicher wird. Tabelle 5-2 bietet zunächst einen Überblick über die Fixkosten eines kommerziellen CS-Anbieters pro Fahrzeug und Jahr basierend auf obigen Annahmen. Tabelle 5-3 ergänzt die variablen Kosten pro Kilometer.

Fzg.-Klasse	Fahrzeug	Antrieb	Kaufpreis	Finanzierungskosten	Steuer	Parkgebühren	TÜV	IT-Zugangssystem	Personalkosten
Kompakt	Golf 8	Diesel	25.000 €	4.604,17 €	220,00 €	1.500 €	62,75 €	333,33 €	1.800 €
	ID.3	Elektro	35.000 €	6.445,83 €	- €	1.500 €	28,30 €	333,33 €	1.800 €
Klein	up!	Otto	15.000 €	2.762,50 €	60,00 €	1.500 €	62,75 €	333,33 €	1.800 €
	e-up!	Elektro	22.000 €	4.051,67 €	- €	1.500 €	28,30 €	333,33 €	1.800 €

Tabelle 5-2 Überblick der Fixkosten eines CS-Anbieters pro Fahrzeug pro Jahr

Fzg.-Klasse	Fahrzeug	Antrieb	Kaufpreis	Instandhaltung	Versicherung	Kraftstoff / Strom
Kompakt	Golf 8	Diesel	25.000 €	0,14 €	0,078 €	0,053 €
	ID.3	Elektro	35.000 €	0,14 €	0,064 €	0,048 €
Klein	up!	Otto	15.000 €	0,14 €	0,048 €	0,072 €
	e-up!	Elektro	22.000 €	0,14 €	0,054 €	0,045 €

Tabelle 5-3 Überblick der variablen Kosten eines CS-Anbieters pro Fahrzeug, Kilometer und Jahr

Die im Folgenden dargestellten Berechnungen der Profitabilität nehmen sowohl eine Differenzierung in FFCS und SBCS als auch für verschiedene Auslastungen der Fahrzeuge vor. Für den FFCS-Betrieb wird auf die Tarifstruktur von ShareNow in München zurückgegriffen, für die Darstellung des SBCS-Betriebs wird die Tarifstruktur von Stadtmobil Karlsruhe zugrunde gelegt. Hinsichtlich der Auslastungen werden folgende Auslastungsstufen untersucht: 3 % (ca. die Auslastung eines Privat-PKW), 15 %, 20 %, 30 %, 40 % und 50 %. Die jeweiligen Auslastungen beeinflussen direkt die JFL, die Unterwegszeit der Fahrzeuge und Anzahl der Buchungen. Eine Übersicht der Auswirkungen unterschiedlicher Auslastungen liefert Tabelle 5-4. Beispielhaft wird daran anschließend die Berechnung der Profitabilität für den Golf 8 in Tabelle 5-5 aufgeführt. Alle weiteren Berechnungen finden sich in den Anhängen Anhang 15-8 bis Anhang 15-11. Zusammenfassend zeigen Tabelle 5-6 und die Abbildung 5-1 die Rentabilität der unterschiedlichen Fahrzeuge für unterschiedliche CS-Formen und Auslastungen.

$\eta$	$t_{year}$	$v$	$l$	JFL	$t_{day}$	$km_{day}$	$b_{day}$
zeitl. Auslastung	Unterwegszeit in h pro Jahr	$\emptyset$ Geschwindigkeit in km/h	$\emptyset$ Weglänge in km	JFL in km	Unterwegszeit pro Tag in h	km pro Tag	Buchungen pro Tag
3%	262,8	35	15	9.198	0,72	25,2	1,68
15%	1314	35	15	45.990	3,6	126	8,4
20%	1752	35	15	61.320	4,8	168	11,2
30%	2628	35	15	91.980	7,2	252	16,8
40%	3504	35	15	122.640	9,6	336	22,4
50%	4380	35	15	153.300	12	420	28

Tabelle 5-4 Überblick Auswirkungen unterschiedlicher zeitlicher Auslastungen pro Fahrzeug

Details zu den Berechnungen:

$$t_{year}^{\eta} = \eta * 365 * 24$$

$$JFL^{\eta} = t_{year}^{\eta} * v$$

$$t_{day}^{\eta} = t_{year}^{\eta} / 365$$

$$km_{day}^{\eta} = JFL^{\eta} / 365$$

$$b_{day}^{\eta} = km_{day}^{\eta} / l$$

Für den Golf 8 ergibt sich anhand obiger Kosten- und Tarifannahmen folgende Profitabilität für den Fall einer Auslastung von 15 %:

<b>Golf 8</b>		<b>15%</b>
Fixkosten	8.520,25 €	
Var. Kosten	12.463,47 €	
Summe	20.983,72 €	
Kosten pro km	0,46 €	
Kosten pro min	0,27 €	
<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		
Minutentarif	0,28 €	
Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	22.075,20 €	
<b>Rentabilität</b>		<b>4,9%</b>
<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		
Buchungsgebühren	3.679,20 €	
Einnahmen Zeittarif (1,80€/h)	2.365,20 €	
Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	10.577,70 €	
Nutzer pro Fzg.	55	
Monatsgebühren	4.620,00 €	
Summe	21.242,10 €	
<b>Rentabilität</b>		<b>1,2%</b>

Tabelle 5-5 Profitabilitätsuntersuchung Golf 8, 15 % Auslastung

Die Fixkosten bilden die Summe der in Tabelle 5-2 dargestellten Fixkosten pro Fahrzeug. Variable Kosten ergeben sich durch die Multiplikation der jeweiligen JFL mit der Summe der variablen Kosten pro Kilometer aus Tabelle 5-3. Zusammen bilden Fix- und variable Kosten die Kosten pro Fahrzeug pro Jahr aus Sicht eines CS-Anbieters. Die Einnahmen im FFCS-Betrieb ergeben sich aus der Multiplikation des Minutentarifs mit der Unterwegszeit des Fahrzeugs je nach Auslastung in Minuten. Einnahmen aus dem SBCS-Betrieb gliedern sich in mehrere Bausteine auf. Mit einer mittleren Weglänge von 15 Kilometern (siehe Daten aus den Mobilitätsberichten) ergibt sich anhand der JFL eine Anzahl an Buchungen, die mit 1,20 € multipliziert wird. Die Einnahmen aus Zeit- und Kilometerarif berechnen sich entsprechend anhand der Unterwegszeit und JFL des Fahrzeugs. Wie in Tabelle 3-7 ausgeführt, werden im SBCS bzw. kombinierten CS-Betrieb ca. 55 Nutzer mit einem Fahrzeug versorgt. Somit lassen sich einem Fahrzeug direkt Monatsgebühren von 7 € x 55 Nutzer x 12 Monate zuweisen. Die Summe der Teileinnahmen bildet den SBCS-Umsatz pro Fahrzeug.

Über alle Fahrzeuge, CS-Formen und Auslastungen ergeben sich nach dem Vorbild oben dargestellter Berechnungsmuster folgende Profitabilitätsdaten:

Fahrzeug/Auslastung			3%	15%	20%	30%	40%	50%	Break-even-Auslastung
Kompakt	Golf 8	SBCS	-38,6%	1,2%	6,1%	11,7%	14,7%	16,6%	14,1%
		FFCS	-149,4%	4,9%	14,6%	24,2%	29,1%	32,0%	13,3%
	ID.3	SBCS	-55,1%	-0,5%	6,2%	13,7%	17,7%	20,3%	15,3%
		FFCS	-181,4%	1,8%	13,2%	24,7%	30,4%	33,8%	14,5%
Klein	Up!	SBCS	-18,3%	3,7%	6,6%	9,9%	11,7%	12,8%	11,0%
		FFCS	-527,6%	-160,2%	-137,2%	-114,2%	-102,7%	-95,9%	nv
	e-Up!	SBCS	-31,6%	2,5%	6,9%	12,0%	14,8%	16,6%	13,5%
		FFCS	-124,5%	15,3%	24,0%	32,7%	37,1%	39,7%	10,5%

Tabelle 5-6 Übersicht der Profitabilität nach Fahrzeug, CS-Form und Auslastung

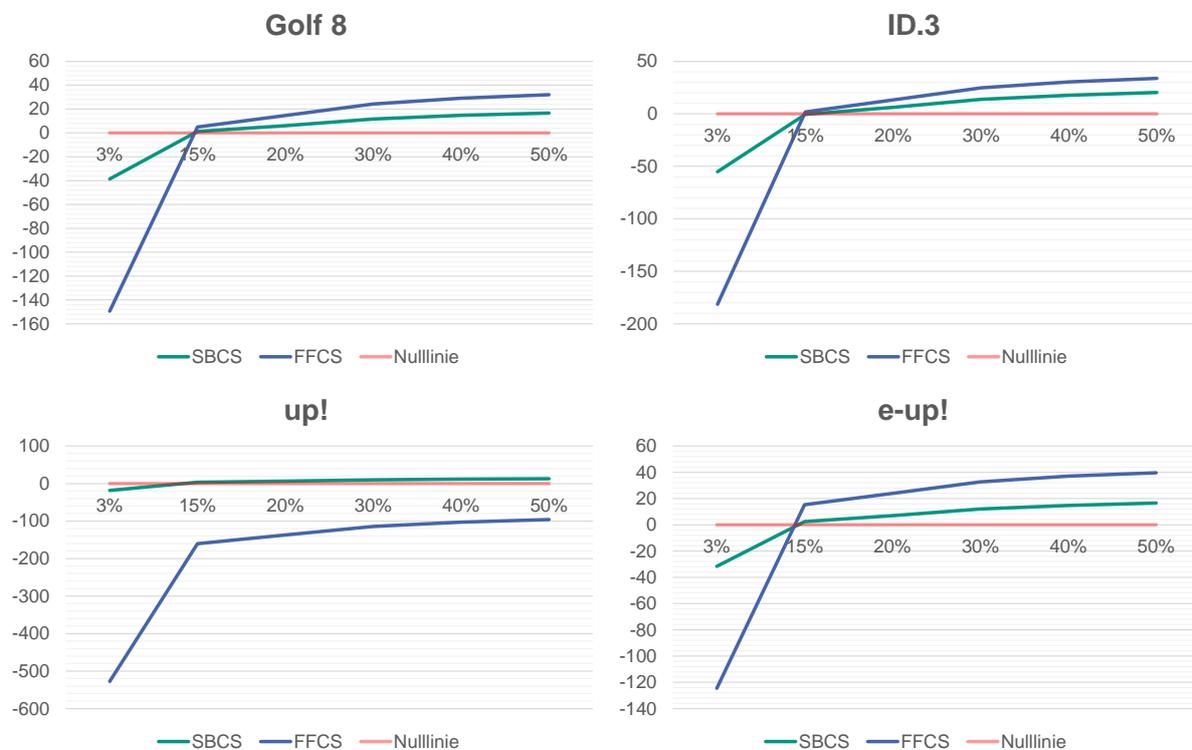


Abbildung 5-1 Grafische Darstellung der Profitabilität nach Fahrzeug, CS-Form und Auslastung

Dass das FFCS-Angebot für den up! keine Profitabilität erreicht, liegt vor allen Dingen an dem für diese Fahrzeugklasse verwendeten sehr niedrigen Minutentarif von 0,09 €. In der Tarifstruktur ist jeweils vermerkt, dass die Tarife „ab“ 0,09 € zu nutzen sind, nähere Informationen lassen sich über den Anbieter nicht erlangen. ShareNow in Stuttgart hat hingegen für die Fahrzeugklasse XS einen Minutentarif von 0,19 € angesetzt, mit dem der up! in obigen Berechnungen ab einer Auslastung von 33 % profitabel wäre. [Sha 22b]

## 5.4 Diskussion der Ergebnisse

Aus den obigen Betrachtungen wird ersichtlich, dass für CS-Anbieter heute weitere signifikante Kostenbausteine wie z.B. Personalkosten, höhere Versicherungsprämien oder hohe Parkgebühren sowie schlicht höhere variable Kosten durch höhere Auslastungen hinzukommen. Dies hat zur Folge, dass eine gewöhnliche PKW-Auslastung aus dem Privatbereich von ca. 3 % unter keinen Umständen profitabel sein kann. Viel mehr zeigt Tabelle 5-6 durch die aufgeführten Break-even-Auslastungen, dass Fahrzeuge im CS-Betrieb nach vorliegenden Annahmen und Berechnungen mindestens in einem Bereich von 10-15 % ausgelastet sein müssen, um gerade so die Kosten der Fahrzeuge zu decken. Hinzu kommen möglicherweise weitere Overhead-Kosten wie die laufenden Kosten eines Firmengebäudes, IT-Kosten, nicht direkt den Fahrzeugen zuordenbare zusätzliche Personalaufwände sowie sonstige Investitionsaufwände, die ebenfalls durch die Gewinnmarge der Fahrzeuge abgedeckt werden müssen. Daher kommt diese Arbeit auf Basis obiger Berechnungen zu der Schlussfolgerung, dass CS-Fahrzeuge heute für einen stabilen und wirtschaftlichen Betrieb im Bereich um die 20 % bzw. darüber ausgelastet sein sollten.

## 6 Mobilitätskonzept Cell Mobility

Im Folgenden wird ein fiktives, künftiges Mobilitätskonzept beschrieben, für das ein CS-System aus wirtschaftlicher Sicht bewertet wird.

Die Beschreibung des Konzepts sowie darin getroffene Annahmen und Schlussfolgerungen basieren unter anderem auf den Arbeiten des Betreuers dieser Arbeit und Promotionskandidaten Kutay Yüksel vom Institut für Fahrzeugsystemtechnik (FAST) am KIT. Zunächst werden die grundlegenden Annahmen des Konzepts erläutert und anschließend Szenarien für die konkrete Umsetzung des Konzeptes beschrieben. Darauf folgt eine Einschätzung der Veränderungen der zuvor identifizierten Kostenbausteine der CS-Betreiber im Hinblick auf das MK. Kapitel 6.5 beschäftigt sich auf dieser Grundlage mit den wirtschaftlichen Aspekten des Konzepts.

### 6.1 Beschreibung des Konzepts

Die zentralen Annahmen des MKs beinhalten folgende Säulen:

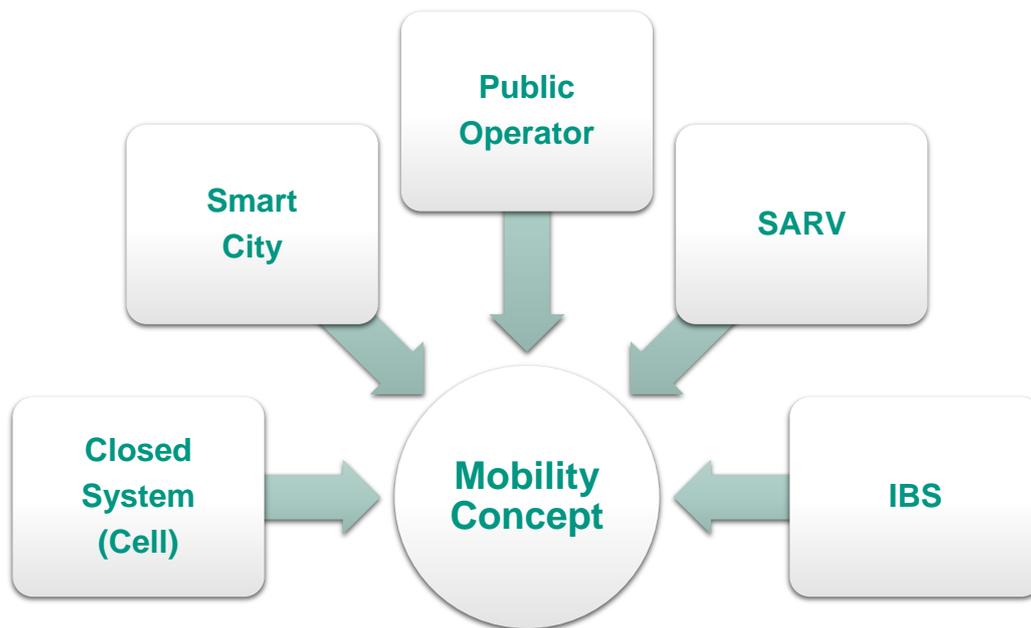


Abbildung 6-1 Säulen des Mobilitätskonzeptes

#### Closed System (Cell)

Hierunter versteht sich ein in sich geschlossenes und nach außen hin abgegrenztes, urbanes System mit definierten Schnittstellen zur „Außenwelt“, ähnlich wie eine Zelle mit durchlässiger Zellmembran. Eine Stadt, in der das Konzept umgesetzt wird, besitzt klar definierte Stadtgrenzen, innerhalb dieser das Konzept durchgängig funktioniert. Die Voraussetzung der

Geschlossenheit ermöglicht die Gestaltung einer optimal abgestimmten Infrastruktur, die nicht zwingend mit den umgebenden Systemen bzw. heute gängigen Infrastrukturen kompatibel sein muss (siehe Abschnitt „Smart City“). So entstehen mehr Freiheiten in der Gestaltung und weniger Restriktionen durch bestehende Rahmenbedingungen. In diesem System kommen im Hinblick auf Mobilität ausschließlich für dieses Konzept entwickelte Fahrzeuge zum Einsatz. Nur diese dürfen die Infrastruktur der Stadt nutzen, konventionelle Fahrzeuge, wie wir sie heute nutzen, dürfen nicht mehr in die Stadt einfahren. Mehr Details zu den Fahrzeugen wird im Abschnitt „SARV“ ausgeführt. Allerdings muss auch dieses geschlossene System eine Schnittstellenfunktion mit den umgebenden Systemen aufweisen. So dienen beispielsweise Transferstationen an den Stadtgrenzen für einen reibungslosen Gütertransport bzw. Mobilitätswechsel von konventionellen zu in der Stadt verwendeten Mobilitätsmitteln.

### **Smart City**

Die Infrastruktur der Stadt bietet alle Voraussetzungen der Vernetzung. Das oben bereits angeführte Szenario des Internet of Everything (IoE) wird hier Realität. 5G, großflächiger Einsatz von Sensoren und von vernetzungsfähigen physischen Objekten sowie Cloud-Systemen sind mögliche Enabler einer vernetzten und intelligenten Stadt. Die Grundlagen für vernetzte Fahrzeuge und Mobilität insgesamt wären somit geschaffen. Die Notwendigkeit von Ampelsystemen oder Beschilderungen, die heute dem menschlichen Fahrer eines PKWs dienen, wäre in diesem Konzept nicht mehr gegeben. Die Verkehrsführung erfolgt ausschließlich über die Fahrzeug-Fahrzeug (V2V) bzw. Fahrzeug-Infrastruktur (V2X) Kommunikation, womit bspw. die Einhaltung von Vorfahrtsregeln und die Absicherung der Fußgänger autonom bzw. systemseitig gesichert wird. [Ver 19, S. 10]

### **Public Operator**

[Hen 18] geht in seiner CASE-Simulation von einer Oligopolstruktur in den Städten aus. Dies bedeutet, dass ein autonomes CS-Modell pro Stadt immer von nur einem Anbieter betrieben wird und über ein Konzessionsmodell vergeben wird, sodass Anbieter sich nach vorgegebenen Zyklen neu bewerben können. [Hen 18, S. 148f.] In dieser Arbeit liegt die Annahme zugrunde, dass die Stadt selbst der Betreiber des Mobilitätsangebots ist. Dadurch fallen aufwendige Neuvergaben und ggf. Flottenwechsel durch wechselnde Anbieter weg.

### **SARV (Shared Autonomous Renewably-Energized Vehicles)**

Für das MK werden alle technischen, rechtlichen, ethischen und infrastrukturellen Voraussetzungen für den Einsatz von autonom fahrenden Fahrzeugen als gegeben angenommen.

Im MK sollen (abgestuft in verschiedene Szenarien, siehe Kapitel 6.2) ausschließlich autonom fahrende, gemeinschaftlich genutzte und nachhaltig betriebene Fahrzeuge zum Einsatz kommen. In Anlehnung an die von [FaKo 18, S. 143] verwendete Bezeichnung für gemeinschaftlich genutzte, autonome Fahrzeuge SAV (**Shared Autonomous Vehicles**), erweitert diese Arbeit diese Bezeichnung um den Aspekt des Betriebs mit ausschließlich erneuerbaren Energien und führt eine neue im Folgenden verwendete Bezeichnung für die eingesetzten Fahrzeuge ein: SARV (**Shared Autonomous Renewably-Energized Vehicles**). Für das MK werden Fahrzeuge der SAE-Level 4 und 5 eingesetzt. Die eingesetzten Fahrzeuge sind vollständig miteinander und mit der Infrastruktur der Stadt vernetzt. Ebenfalls sind die im MK eingesetzten Fahrzeuge exakt für deren Einsatzbereich konstruiert und optimiert. Ein Fahrzeug, das beispielsweise ausschließlich im Stadtverkehr zum Einsatz kommt, muss geringere Sicherheitsanforderungen erfüllen als Fahrzeuge, die auch weite Strecken mit hohen Geschwindigkeiten zurücklegen („specific-purpose vehicle designs“). [BJS 12, S. 3]

Die Differenzierung in Level 4 und 5 Fahrzeuge ist darin begründet sowohl rein autonome Fahrzeuge (Level 5), die weder einen Fahrer benötigen noch überhaupt die Möglichkeit einer menschlichen Steuerung bieten, als auch Fahrzeuge einzusetzen, die die Möglichkeit einer menschlichen Steuerung bieten (Level 4), um die Stadt verlassen und in Regionen eingesetzt werden zu können, in denen eine menschliche Fahrzeugführung erforderlich ist. Innerhalb des MK wäre eine menschliche Fahrzeugführung allerdings aufgrund der angepassten Infrastruktur nicht möglich.

### **IBS (Internet Based Service)**

Das gesamte Angebot der autonomen CS-Flotte funktioniert für die Nutzer Internet-basiert. Über eine zentrale Plattform oder eine Cloud werden alle Daten der Fahrzeuge zentralisiert gesammelt und verarbeitet sowie den Nutzern und Fahrzeugen zur Verfügung gestellt. Zum einen fließen hierüber die Verkehrsdaten und Handlungsanweisungen für die Fahrzeuge, zum anderen können Nutzer über die Plattform bzw. per App Fahrzeuge buchen, bestellen und deren Standort einsehen.

## **6.2 Definition der Szenarien**

Hinsichtlich der Umsetzung von CS im oben beschriebenen MK werden mehrere Szenarien unterschieden, die sich im Wesentlichen in der CS-Nutzungsrate unterscheiden:

### **Szenario 1 – Ideal Case**

In diesem Szenario wird von einer ausschließlichen CS-Nutzung durch die Bewohner der Stadt ausgegangen. Der Besitz eines Fahrzeugs ist hier nicht vorgesehen bzw. nicht möglich. Somit

beträgt die CS-Rate hier 100 %. Auch in der Dissertation von [Hen 18] ist eine Betrachtung von Fahrzeug-Eigentum nicht vorgesehen. [Hen 18, S. 149f.]

[FPB 17, S. 368] gehen davon aus, dass eine autonome CS-Flotte das Potenzial besitzt den Fahrzeugbesitz weitestgehend zu verdrängen, wodurch die theoretische Betrachtung dieses Szenarios sinnvoll ist.

### **Szenario 2 – Best Case**

Der Besitz eines Fahrzeugs ist außerhalb von Szenario 1 erlaubt und möglich. Hierbei wird nun differenziert nach dem angenommenen Verhältnis von CS-Nutzung und Fahrzeugbesitz. Im Best Case Szenario wird eine CS-Rate von 80 % angenommen, 20 % der Bewohner besitzen hier weiterhin ein eigenes Fahrzeug bzw. haben Zugang zu einem. Durch die Fähigkeit der Privat-Fahrzeuge auch komplett autonom zu fahren und den Anforderungen der Mobilität in der Stadt zu entsprechen, besteht die Annahme, dass diese Personen das CS-Angebot der Stadt nicht nutzen werden, da es keinen Mehrwert generieren kann, sofern die Entscheidung für den Besitz trotz zu erwartender höherer Kosten getroffen wurde.

### **Szenario 3 – Worst Case**

In diesem Szenario kann sich das CS-Angebot aufgrund des möglicherweise hohen Stellenwerts eines eigenen Fahrzeugs nicht flächendeckend durchsetzen. Im Worst Case Szenario wird eine CS-Rate von 20 % angenommen, wie sie (rein auf die Mitgliedschaften bezogen) bereits heute in Metropolregionen erreicht wird. [iDI 19b, S. 19] 80 % der Bewohner haben Zugang zu einem privaten Fahrzeug oder sind abseits des MIVs mobil.

## **6.3 Annahmen im MK**

Basis für die in Kapitel 6.5 durchgeführten Berechnungen sind die im Folgenden speziell für das MK getroffenen Annahmen.

### **Einwohnerzahl bzw. mobile Personen**

Für eine breitere Vergleichsbasis wird die Anzahl der mobilen Personen im MK variiert: Betrachtet werden jeweils 500.000, 1.500.000 und 3.000.000 mobile Personen. Dies entspricht in etwa den Stadtgrößen von Stuttgart (ca. 604.000 Einwohner), München (ca. 1.600.000 Einwohner) und Berlin (ca. 3.800.000 Einwohner).

### **Fahrzeuge**

Um innerhalb der in dieser Arbeit behandelten Fahrzeugklassen der Klein- und Kompaktklasse zu bleiben und die Fahrzeugwahl auf die Elektroantriebe zu fokussieren, werden der ID.3 und der e-up! als Ausgangsbasis zugrunde gelegt. Diese bilden mit den oben dargestellten Daten

der ADAC-Fahrzeugdatenblätter die Grundlage der Kostenanalyse II, in der mögliche künftige Preis- und Kostenentwicklungen untersucht werden. Da der Kleinwagen sich weniger für längere Strecken (außerhalb der Stadt) eignet, wird dieser ausschließlich im SAE-Level 5 Betrieb betrachtet. Der Kompaktwagen wird sowohl als Level 4 als auch als Level 5 Fahrzeug im MK vorkommen.

### **JFL und Mobilitätsverhalten**

Auf Grundlage der oben dargestellten Daten zur jährlichen Fahrleistung werden im MK zwei JFL betrachtet. Zum einen eine jährliche Fahrleistung pro Person von 10.000 Kilometern. Pro Tag entspricht dies einer Fahrleistung von ca. 27,4 Kilometern, was in etwa den Daten aus den vorgestellten Mobilitätsberichten entspricht. Zudem wird eine JFL von 6.000 Kilometern pro Person und Jahr betrachtet, die sich ausschließlich auf urbane Mobilität bezieht und sich an den Angaben zur urbanen Mobilität von [Hen 18, S. 134] orientiert.

Für die Berechnung der Mobilitätsspitzen wird die Angabe der Mobilitätsverteilung aus dem MiD für die Region Stuttgart herangezogen. Dieser gibt an, dass ca. 23 % aller Wege zwischen 16 und 19 Uhr beginnen. [iDI 19b, S. 21] Daraus lässt sich über das Mobilitätsaufkommen pro Tag eine Mobilitätsspitze pro Stunde in diesem Zeitraum ableiten.

Hinzu kommen im MK im Gegensatz zu heutigem, nicht autonomem CS, Fahrtwege ohne Passagiere (Wege zum Nutzer nach dessen Anforderung, Wege zur Reinigung, zur Instandhaltung, zum Parkplatz bei keiner Folgebuchung, etc.). Deren Berücksichtigung wird im Rahmen der Berechnungen näher erläutert.

### **Flottengrößen und Aufteilungen**

Es existieren einige Publikationen, die sich mit der Bestimmung der Flottengröße für CS-Systeme beschäftigen. Meist werden diese durch Simulationen und Optimierungen bestimmt, die die Wartezeiten für die Kunden minimieren. [BJS 12, S. 10, FaKo 18, S. 149ff., Pav 15, S. 408ff., Hen 18, S. 146] Für diese Arbeit wird folgender Ansatz zur Bestimmung der Flottengröße verfolgt: Auf Grundlage der Annahmen zur Menge der mobilen Personen und deren JFL, wird eine Gesamtfahrleistung für die Stadt pro Jahr und Tag errechnet. Unter Einbeziehung einer Rush Hour (siehe oben Mobilitätsspitze in der Region Stuttgart) und der angenommenen Durchschnittsgeschwindigkeit ergibt sich eine Mindestanzahl an Fahrzeugen, um die Mobilität während der Rush Hour zu bewerkstelligen. Durch Multiplikation mit einem Sicherheitsfaktor von 3, um unerwartet höhere Mobilitätsspitzen bzw. eine Reservierung von Fahrzeugen für Wege außerhalb der Stadt und damit deren Abwesenheiten während der Mobilitätsspitzen abzubilden, ergibt sich eine errechnete Flottengröße.

Die Aufteilung der Flotte in Kompakt- und Kleinfahrzeuge erfolgt zu 60 % in Fahrzeuge der Kompaktklasse und 40 % in Kleinfahrzeuge. Diese Aufteilung orientiert sich an den Fahrzeug-Segmentaufteilungen folgender Quellen: [FPB 17, S. 370, Hen 18, S. 112, Umw 22].

## 6.4 Kostenanalyse II

Die bisher identifizierten Kostenblöcke der CS-Anbieter beinhalteten folgende Kostenbausteine:

Anschaffungskosten
Kraftstoff- / Energiekosten
Personalkosten
Steuern
Versicherungskosten
TÜV
Parkgebühren
Instandhaltungskosten
IT-Kosten

*Tabelle 6-1 Identifizierte Kostenbausteine eines CS-Anbieters*

Im Folgenden wird eine Analyse der Entwicklung dieser Kostenbausteine im vorgestellten MK vorgenommen und mögliche Einflussfaktoren identifiziert und quantifiziert. Die Quantifizierungen der Kosteneinflüsse basieren sofern möglich auf wissenschaftlichen Publikationen oder einer sorgfältigen Online-Recherche. Dennoch sind auch deren Einschätzungen mit einer signifikanten Unsicherheit behaftet, die die jeweiligen Autoren regelmäßig betonen. Entsprechend sind auch die in dieser Arbeit getroffenen Annahmen künftiger Kostenentwicklungen als ungefähre und mit Unsicherheit behaftete Schätzungen zu verstehen.

### **Anschaffungskosten**

Die Anschaffungskosten des ID.3 bzw. des e-up! liegen heute laut ADAC-Fahrzeugkatalog bei 35.000 € bzw. 22.000 € (siehe Kapitel 4.1). Diese Fahrzeuge sind im Vergleich zu

konventionellen Fahrzeugen aufgrund der Elektrifizierung teurer und besitzen noch keine Fähigkeit des autonomen Betriebs.

[Hen 18] beschreibt in seiner Dissertation die Notwendigkeit die Lithium-Ionen-Batterien auf einen Preis von unter 200 € bis 300 € pro kWh zu reduzieren und bezieht sich auf ein Ausgangsniveau aus dem Jahr 2011, als dieser Preis um den Faktor drei höher lag. [Hen 18, S. 42ff.] Eine Studie der Bloomberg New Energy Finance (BNEF), einer Forschungsgruppe der Bloomberg Finance L.P., stützt die Preiseinschätzung für das Jahr 2011 und kommt zu der Prognose, diese Kostenreduktion bereits im Jahr 2020 erreicht zu haben. Dort liegt der Preis für eine Li-Ionen-Batterie bei 137 € pro kWh. [Blo 21, S. 18]

BNEF prognostiziert eine Preisparität von Elektrofahrzeugen mit ihren konventionellen Pendanten im Zeitraum zwischen 2025 bis 2027. [Blo 21, S. 24f.]

Die Zusatzkosten für die Technologie des autonomen Fahrens belaufen sich heute für die ersten autonom befähigten Fahrzeuge auf 10.000 € bis 15.000 €. [TWB 18, S. 48f., Hub 21] Für Level 4 und Level 5 Fahrzeuge werden weitere hohe Entwicklungskosten nötig sein, die den Preis der Fahrzeuge zunächst anheben. Schätzungen zur Kostensteigerung bewegen sich im Bereich von 20 % des Fahrzeugpreises ohne autonome Technologie. [BBB 18, S. 79] Diese Arbeit unterstellt einen fortgeschrittenen Reifegrad der Technologie und geringere Anforderungen an die Realisierung, da die Infrastruktur der Stadt an autonome Fahrzeuge angepasst ist und optimale Voraussetzungen für die Sensorik bietet. Damit wird ein Aufpreis durch die Technologie in Höhe der oben angeführten 20 %, welche sich auf den Kaufpreis nach Erreichen der Preisparität zwischen EVs und konventionellen Fahrzeugen bezieht, angenommen und mit den unten dargestellten 5.000 € bzw. 3.000 € für diesen Fall als realistisch eingeschätzt.

Weiterhin werden Fahrzeuge künftig und speziell im vorgestellten MK durch die angepasste Konstruktion günstiger. Fahrzeuge, die ausschließlich in der Stadt zum Einsatz kommen und damit auch nur begrenzte Geschwindigkeiten erreichen, müssen konstruktiv milderen Unfallszenarien standhalten können. Die Fahrzeuge können so leichter und weniger ressourcenintensiv produziert werden und verzichten als rein autonome Fahrzeuge durch elektronische Steuerungsmöglichkeiten (steer-by-wire) auf eine Reihe an mechanischen Komponenten, die einem menschlichen Fahrer die Ausübung der Fahraufgabe ermöglichen (Lenkrad, Pedale, etc.). [BCL 17, S. 4, Rit 18, S. 116f.] Der Einfluss einer Fahrzeug-Urbanisierung wird vom Autor dieser Arbeit auf -30 % des Paritäts-Kaufpreises geschätzt.

Ebenso berücksichtigt wird, dass das Kompaktfahrzeug (ID.3) sowohl mit (also einem reinen Betrieb innerhalb der Stadt und damit mit geringeren Sicherheitsanforderungen) als auch ohne eine Urbanisierung (Level-4-Fahrzeuge auch geeignet für Fahrten außerhalb der Stadt mit hohen Geschwindigkeiten) vorkommen wird.

Bereits heute sind beim Kauf eines Neufahrzeugs je nach Modell, Ausstattung und Zahlweise Rabatte auf den Listenpreis von bis zu 30 % möglich, insbesondere bei Fahrzeugen im „niedrigen und mittleren Preissegment“. [Mai 17] Durch die anzunehmenden hohen Beschaffungszahlen der Fahrzeuge und einem regelmäßigen Austausch besteht eine hohe Auftragssicherheit für die Hersteller. Dadurch nimmt der Autor der Arbeit einen Mengennachlass auf den Kaufpreis von 10 % an.

Hinsichtlich der Abschreibungen wird eine Abschreibung des Kaufpreises über sechs Jahre angenommen. Finanzierungskosten durch Unternehmenskredite bleiben in dieser Betrachtung aufgrund der Überlegung einer möglichen Förderung durch Bund und Länder eines kommunalen Mobilitätskonzepts außen vor.

Für den Einsatz der Level-5-Fahrzeuge ist zudem eine Kostenreduktion durch eine Verkleinerung der Batterie möglich. Wie oben ausgeführt bewegten sich die Kosten pro kWh für eine Lithium-Ionen-Batterie im Jahre 2020 bei 137 US-Dollar. [Blo 21, S. 18] Das Statistik-Portal Statista prognostiziert eine Reduktion dieser Kosten auf 83 € bis zum Jahr 2025. [Sta 22a] Autoren des Handelsblatts sehen die Unterschreitung der Marke von 100 € pro kWh als magische Grenze hin zur Alltagstauglichkeit der E-Fahrzeuge, sind gleichzeitig aber aufgrund unsicherer Entwicklungen im Bereich der Rohstoffversorgung skeptisch, ob diese Grenze zeitnah erreicht werden kann. Steigende Rohstoffpreise im Allgemeinen, sowie politische Unsicherheiten in den Hauptexportländern wichtiger Rohstoffe könnten das Erreichen der Preisschwelle bremsen. [FrWi 21] Es bleibt festzuhalten, dass die Fahrzeuge, die rein für den Stadtbetrieb gedacht sind, wie oben beschrieben konstruktiv günstiger und leichter werden und ebenso keine Langstrecken zurücklegen und damit hohe Reichweiten aufweisen müssen. Damit kann die Batterie in Level-5-Fahrzeugen kleiner ausfallen. Der in dieser Arbeit verwendete ID.3 besitzt eine Brutto-Batteriekapazität von 62 kWh. [All 22b] Der e-up! eine von 36,8 kWh. [All 22a] Zum Vergleich weist ein Renault Twizy, ein Fahrzeug, das den Anforderungen an einen reinen Stadtbetrieb konstruktiv sehr nahekommt, eine Brutto-Batteriekapazität von 6,1 kWh auf. Dieser kommt auf eine Reichweite von 90 km, auf eine Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h und besitzt einen kombinierten WLTP-Verbrauch von 6,3 kWh pro 100 km. [All 22e]

Wird nun konservativ angenommen, dass im MK noch Batteriekapazitäten von 15 kWh beim Kompaktfahrzeug und von 10 kWh beim Kleinfahrzeug eingesetzt werden und Kosten pro kWh von 100 € zugrunde gelegt werden, so ergeben sich folgende Kostensenkungen allein aufgrund der Reduktion der Batteriekapazität:

Batteriekosten	Klein	Kompakt
Heute (e-up! & ID.3)	3.680 €	6.200 €
MK (Klein-Lvl-5 & Komp.-Lvl-5)	1.000 €	1.500 €
<b>Kostenreduktion</b>	<b>- 2.680 €</b>	<b>- 4.700 €</b>

Tabelle 6-2 Kostenreduktion aufgrund geringerer Batteriekapazitäten

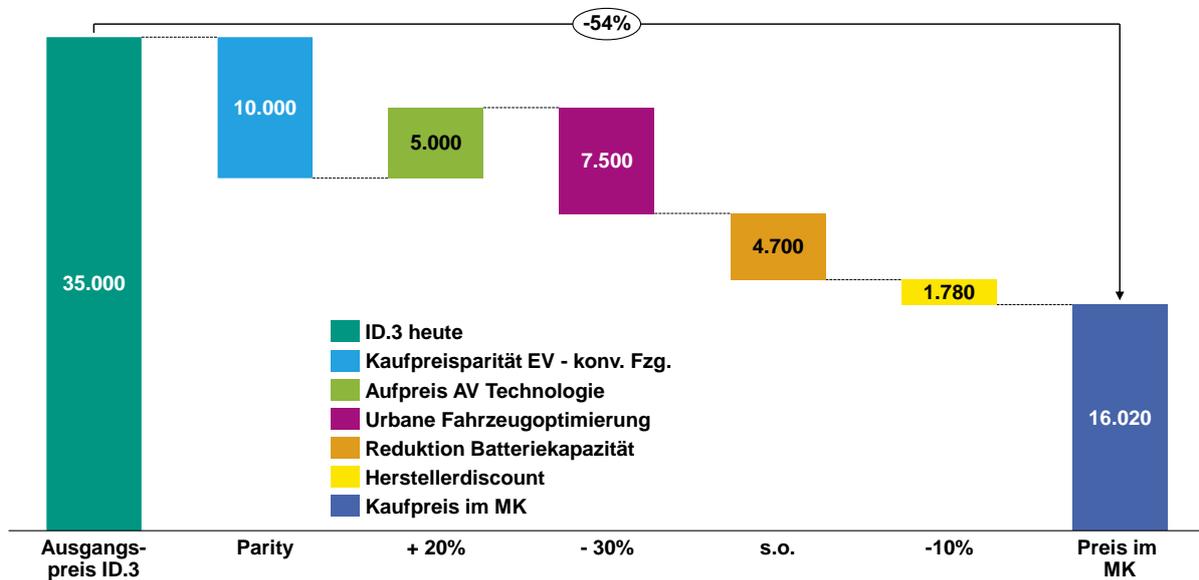


Abbildung 6-2 Darstellung der Kosteneinflüsse auf ein Fahrzeug der Kompaktklasse im MK (Level 5, rein urbaner Einsatz)

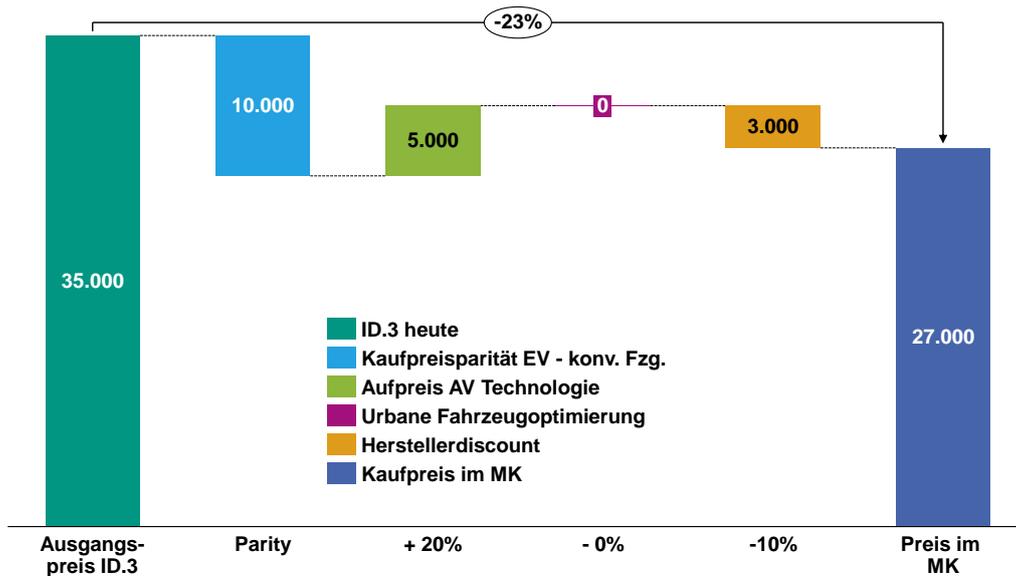


Abbildung 6-3 Darstellung der Kosteneinflüsse auf ein Fahrzeug der Kompaktklasse im MK (Level 4, Einsatz außerhalb der Stadt möglich, keine Urbanisierung, keine Batteriereduktion)

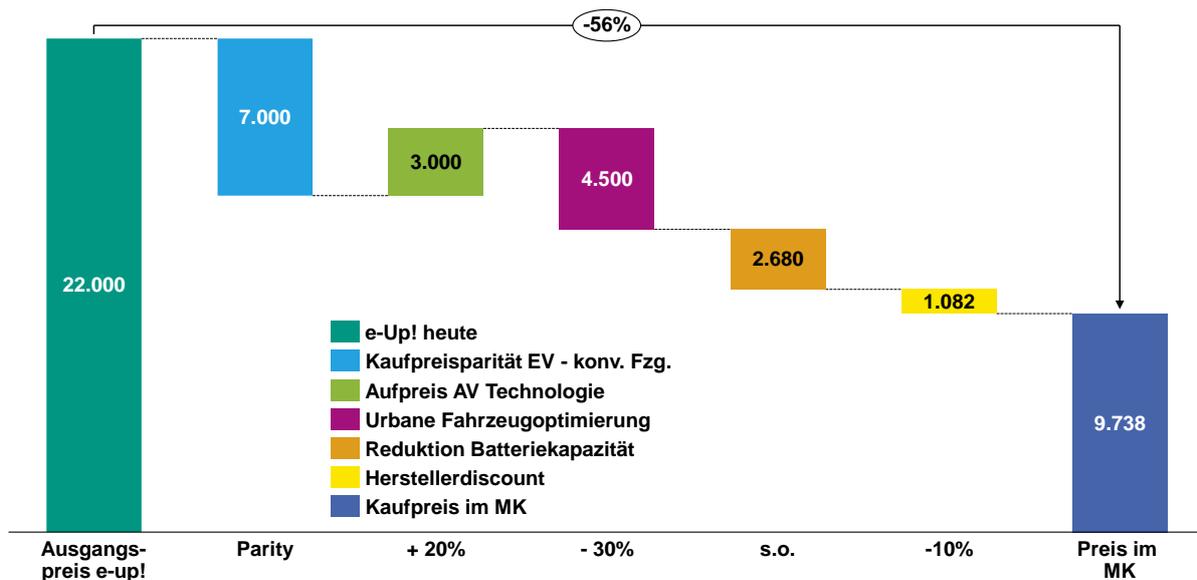


Abbildung 6-4 Darstellung der Kosteneinflüsse auf ein Kleinfahrzeug im MK (Level 5, reine urbaner Einsatz)

### Personalkosten

Durch die Fähigkeit des autonomen Fahrens werden keine Personalkosten pro Fahrzeug angenommen. Sämtliche Tätigkeiten, die am Fahrzeug durchgeführt werden müssen, können vom Fahrzeug selbst angesteuert werden und das Relocation-Problem wäre ebenfalls gelöst. Somit bedarf es einen kleineren Personalbestand, der sich um das Management des MK kümmert und als Overhead-Kosten vom Gesamtgewinn der MKs finanziert werden kann.

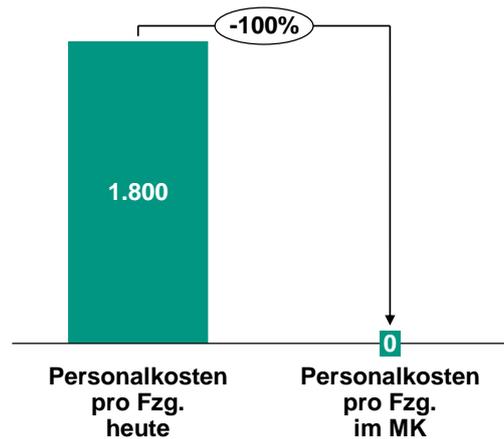


Abbildung 6-5 Veränderung der Personalkosten pro Fahrzeug im MK

### Steuern

Da davon ausgegangen wird, dass die Stadt bzw. Kommune das MK selbst betreibt, ist davon auszugehen, dass die Fahrzeuge nicht oder nur sehr niedrig besteuert werden. Elektrofahrzeuge werden bereits heute für Bürgerinnen und Bürger bis 2030 steuerbefreit. Auch unter der Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsaspekte, Raumgewinn in der Stadt und Ressourcenschonung durch gemeinsame Nutzung der Mobilität unterstellt der Autor ein Interesse staatlicher Förderung solcher Konzepte und damit eine Steuerbefreiung der Fahrzeuge.

### Versicherungskosten

Durch das vollständig autonome und vernetzte Fahren in der Stadt ist eine deutliche Reduktion der Unfall- bzw. Schadensereignisse zu erwarten. Während ein durch das Fahrzeug selbst verursachter Unfall sehr unwahrscheinlich wird, können dennoch mutwillige Beschädigungen eintreten. [BBB 18] schätzt die Reduktion der Versicherungsprämie, die auf die verbesserte Sicherheit zurückzuführen ist auf 50 %. [BBB 18, S. 79]

Bereits heute im Einsatz befindliche Telematik-Versicherungstarife könnten im MK intensiver zum Einsatz kommen, um so eine präzise Datenbasis des Fahrverhaltens zu erlangen. So werden sehr genaue Informationen zu Weglängen und Häufigkeiten sowie der Fahrweisen zugänglich. Durch die verbesserte Transparenz kann der Versicherungsbeitrag durch die bessere Risikoabschätzung weiter reduziert werden. [CoMo 16, S. 9f.]

Gleichzeitig sind notwendige Instandsetzungen bei Beschädigungen im Hinblick auf die verbauten Technologien und anspruchsvolle Sensorik als teurer als bisher anzunehmen. [Hol 20, S. 296f.] Zudem entstehen in diesem Szenario neue, schwer abschätzbare bzw. monetär quantifizierbare Risiken. So müssen bspw. Systemausfälle, technische oder Programmierfehler und deren Konsequenzen sowie Schäden durch Cyberkriminalität abgesichert werden. [Hol 20, S. 294f.]

Diese Arbeit nimmt folgende Abschätzung der Versicherungskostenveränderung vor: Trotz der zu erwartenden höheren Instandsetzungskosten, werden Schadensereignisse durch autonome und vernetzte Mobilität deutlich seltener, womit zunächst eine deutliche Kostenreduktion verbunden ist. Ebenso bedeutet die verbesserte Datengrundlage durch Auswertung der Fahrdaten eine Risikooptimierung und damit Kostenreduktion. Zusammen genommen werden hier -50 % der heutigen Versicherungsprämie angenommen. Die Absicherung der IT-Risiken gewinnt allerdings an Bedeutung und erhöht den Preis. Schadensfälle sind in diesem Fall zwar auch als selten einzustufen, da die IT-Sicherheit auch heute in vielen Bereichen als sehr sicher gilt, falls aber doch ein Schaden entsteht, bedeutet dieser hohe Schadenssummen. Dies schmälert die Reduktion der Versicherungskosten per Annahme um 25 %.

Somit reduziert sich der Versicherungsbeitrag pro Fahrzeug um 25 %.

Ausgangspunkt der Effekte ist der Versicherungsbeitrag des Privat-PKW. Durch die autonome Technologie und die Möglichkeit der Fahrverhaltensdaten ist hier kein Preisaufschlag aufgrund verschiedener Fahrer mehr nötig. Leidglich die JFL variiert nun noch die Prämie. Die 25%ige Reduktion der Versicherungsprämie bezieht sich auf die Level-5-Fahrzeuge. Für das Level-4-Fahrzeug wird die heutige Versicherungsprämie des ID.3 übernommen, da kein rein autonomer und im MK eingegrenzter Einsatz gegeben ist.

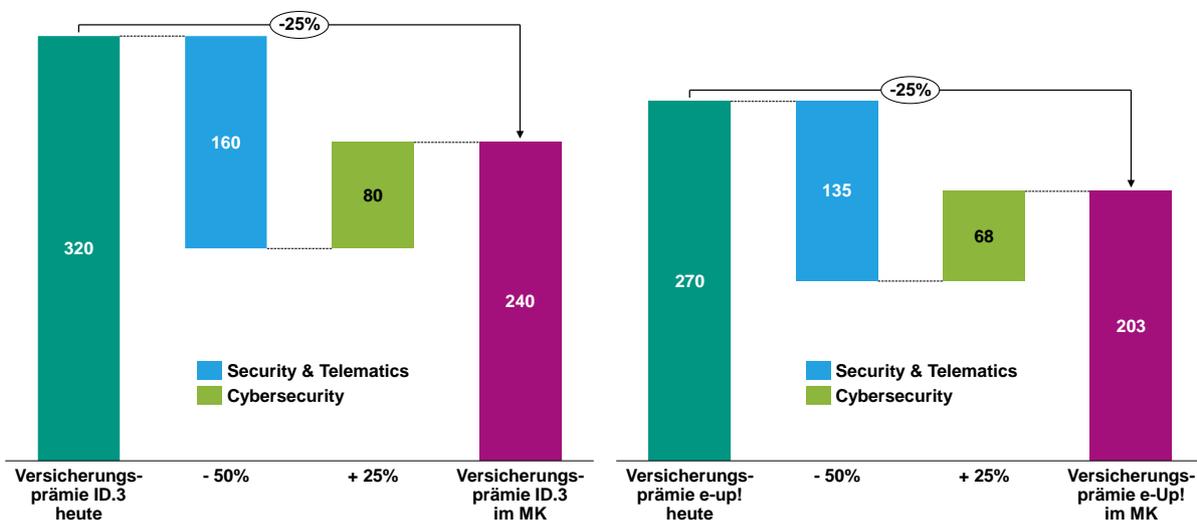


Abbildung 6-6 Veränderung der Versicherungskosten für Kompakt- und Kleinfahrzeuge pro 10.000 Kilometer

## TÜV

Die Gebühren zur Überprüfung der Verkehrstauglichkeit der Fahrzeuge bleiben erhalten. Neben der Prüfung der physischen Komponenten des Fahrzeugs ist darüber hinaus eine sorgfältige Prüfung aller IT-Systeme und Sensoren notwendig, die die heutigen Kosten

erhöhen könnten. Diese Arbeit nimmt eine Erhöhung der TÜV-Gebühren von heute 60 € für E-Fahrzeuge auf 80 € an.

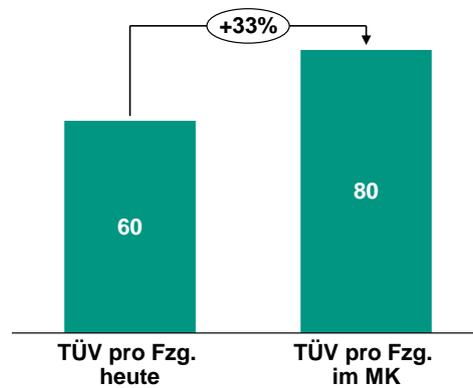


Abbildung 6-7 Veränderungen der TÜV-Gebühren im MK

### Parkgebühren

Als eigenständiges Mobilitätskonzept der Stadt mit deutlich verringerter Anzahl an Fahrzeugen und einer möglichst hohen Auslastung, werden wie bereits ausgeführt deutlich weniger Parkflächen benötigt. Da per Annahme die Stadt selbst der Mobilitätsanbieter ist, werden keine operativen Parkkosten pro Fahrzeug angenommen. Diese fließen nur dann in die Betrachtung ein, wenn privater Fahrzeugbesitz erlaubt ist. Hierbei werden die bisher definierten Parkkosten für Privatpersonen beibehalten.

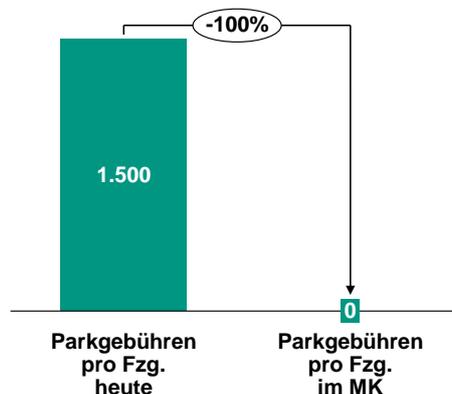


Abbildung 6-8 Veränderung der Parkgebühren im MK

### Instandhaltungskosten

Autonome und auf den Stadtbetrieb optimierte Fahrzeuge operieren effizienter und verschleißärmer und benötigen dadurch weniger Instandhaltungen. Kosten für den Austausch physischer Komponenten fallen. Allerdings muss die gesamte Sensorik und Kommunikationsfähigkeit des Fahrzeugs für den sicheren Betrieb im MK durch regelmäßige Inspektionen sichergestellt werden. [BBB 18, S. 79] Der Autor der Arbeit nimmt im Folgenden

eine Reduktion der Reparaturaufwände aufgrund fehlender menschlicher Fahrzeugführung bei weiterhin nötigen Inspektionen an. Dadurch fallen die Inspektions- und Reparaturkosten per Annahme auf 150 € pro 10.000 Kilometer. Da auch davon ausgegangen werden kann, dass insbesondere Reinigungsprozesse standardisiert und ggf. auch komplett automatisiert werden können, kann hier eine Kostenreduktion veranschlagt werden. Durch Wegfall der Ölwechselkosten, Reduktion der Inspektions- und Reparatur sowie der Reinigungskosten auf 10 € pro 300 Kilometern ergibt sich eine Instandhaltungspauschale von rund 0,06 € pro Kilometer.

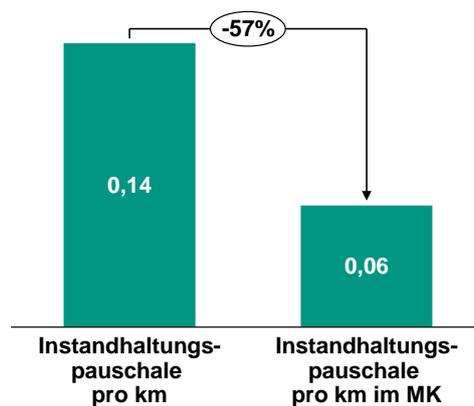


Abbildung 6-9 Veränderung der Instandhaltungspauschale pro km

### Energiekosten

Kostentreiber im Bereich der Energiekosten sind der Energieverbrauch pro 100 Kilometer sowie der entsprechende Energiepreis. Der Autor dieser Arbeit geht im Folgenden von batterieelektrischen Fahrzeugen aus.

In Anbetracht der energieeffizienteren Bauweise und des Betriebs der Fahrzeuge wird zusammen mit der Erwartung einer Technologieverbesserung davon ausgegangen, dass die Energieverbräuche der im MK vorkommenden Fahrzeuge sich denen der konventionellen Pendants langfristig angleichen werden. Die hier betrachteten E-Fahrzeuge weisen heute einen Stromverbrauch von ca. 15 kWh pro 100 Kilometern auf. Für die folgenden Berechnung wird ein reduzierter Verbrauch von 7 kWh pro 100 Kilometern für das Kleinfahrzeug Level 5, 9 kWh pro 100 Kilometern für das Kompaktfahrzeug Level 5 und 11 kWh für das Kompaktfahrzeug Level 4 angenommen. Diese Schätzungen orientieren sich an den heutigen Werten des oben angeführten Renault Twizy. [All 22e]

Künftige Strompreise lassen sich nur schwer abschätzen. Auf Grundlage der Informationen einer Studie des Fraunhofer Instituts, einer Analyse der Energy Brainpool GmbH & Co. KG (einem Unternehmen mit Expertise im europäischen Energiemarkt) sowie des BMWKs wird eine Abschätzung des Strompreises getroffen.

Der Strompreis setzt sich in Deutschland grundsätzlich zusammen aus dem Preis für die Strombeschaffung und -verteilung (ca. 25 %), Gebühren für die Netznutzung (ca. 25 %) und staatlich festgelegten Preisanteilen (ca. 50 %). [Bun 21]

Die Stromgestehungskosten, also die Kosten die zur Umwandlung einer Energieform in elektrischen Strom, inkl. notwendiger Investitionskosten, aber exkl. Kosten für die Stromverteilung und Lastregulierung, liegen für den heutigen Strommix in Deutschland für alle Stromquellen (Wind, Solar, Gas, Kohle) zwischen 0,03 € und 0,11 € pro kWh. Für das Jahr 2040 wird vom Fraunhofer Institut prognostiziert, dass die Kosten für erneuerbare Energien leicht sinken, wohingegen die Kosten für Gas und Kohle aufgrund der steigenden CO<sub>2</sub>-Besteuerung deutlich steigen werden. Vorausgesetzt der Strom wird bis dahin weitestgehend erneuerbar erzeugt, ist in den reinen Stromgestehungskosten eine leichte Kostenreduktion zu erwarten. [KSF 21, S. 5]

Die Analyse der Energy Brainpool GmbH & Co. KG geht für die EU bis 2050 von gesunkenen Strompreisen im Vergleich zum heutigen Niveau aus. Liegt laut deren Angaben der durchschnittliche Strompreis heute in einem Korridor von 130 € bis 180 € pro MWh (aufgrund aktueller politischer Spannungen unterliegt dieser Preis Stand Sommer 2022 größeren Schwankungen und Ausschlägen), so soll sich dieser Preis ab 2030 auf einem Niveau von 70 € bis 80 € pro MWh stabilisieren. [Sch 22]

Dies deckt sich mit der Angabe des BMWK, das für das 2. Halbjahr 2022 einen Strompreis von 138 € pro MWh angibt. [Bun 21]

Bei angenommenen Stromeinkaufskosten von 80 € pro MWh und einer gleichbleibenden Preiszusammensetzung wie oben beschrieben, ergibt sich im Zukunftsszenario ein Strompreis von ca. 0,32 € pro kWh (80 € pro MWh dividiert durch 1.000, um einen kWh-Preis zu erhalten. Anschließende Hochrechnung gemäß Verteilung 25 % Stromkosten, 25 % Netzentgelt, 50 % Umlagen und Steuern).

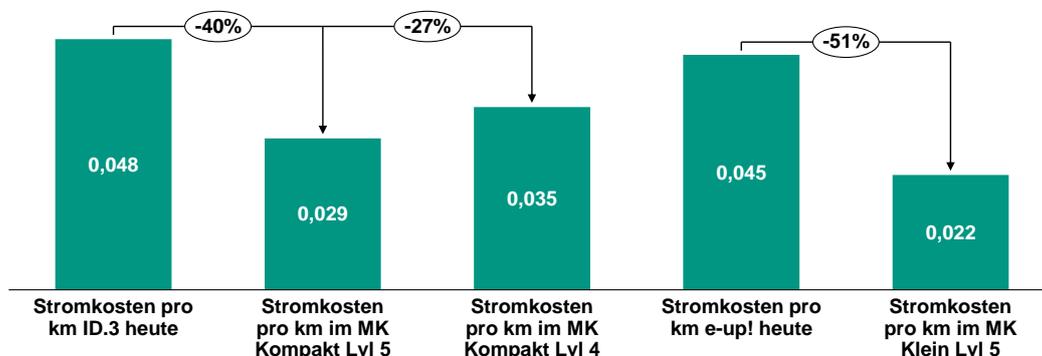


Abbildung 6-10 Veränderung der Energiekosten in € pro Kilometer im MK

## **IT-Kosten**

Die Fahrzeuge benötigen weiterhin App- oder Kartenbasierte Zugangssysteme für die Nutzer. Durch die optimierte Produktion von Fahrzeugen für das MK und einer großen Abnahmemenge für die Hersteller, ist davon auszugehen, dass diese Zugangssysteme bzw. Schnittstellen für diese bereits ab Werk in die Fahrzeuge verbaut werden könnten und damit im Kaufpreis enthalten sind. Kosten für die benötigte IT-Plattform und eventuelle Cloud-Dienstleistungen gelten als jährliche Fixkosten des Unternehmens und werden ebenfalls über eine erzielte Gewinnmarge finanziert und nicht pro Fahrzeug verrechnet.

## **6.5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung CS @ MK**

### **6.5.1 Fleet Sizing**

Zunächst bedarf es einer Abschätzung darüber, wie viele Fahrzeuge im MK zur Abdeckung der angenommenen Mobilität nötig sind. Dazu wird für jedes Szenario und für jede JFL errechnet wie hoch im jeweiligen Fall das Mobilitätsaufkommen pro Jahr bzw. pro Tag zu erwarten ist. Anhand angenommener durchschnittlicher Weglängen und Geschwindigkeiten lassen sich die Anzahl der Wege und die Mobilitätszeiten ableiten. Laut den oben vorgestellten Mobilitätsberichten liegt die durchschnittliche Weglänge für den MIV bei rund 16 Kilometern (vgl. Kapitel 3.1), inkl. der Berücksichtigung von Langstreckenereignissen. Der MiD gibt in seinem Bericht neben den mittleren Weglängen auch den Median der Weglänge an (stellt man sich die Verteilung der Weglängen als Kurve einer Normalverteilung vor, liegen 50 % der Weglängen unter und 50 % über dem Median-Wert), der für den MIV (als gewichteter Mittelwert aus MIV-Fahrer und MIV-Mitfahrer Daten) bei ca. 6,5 Kilometern liegt. [iDI 19a, S. 13] Im Rahmen der Flottengrößenbestimmung wird somit unter Berücksichtigung eines Schwerpunktes auf urbaner Mobilität eine mittlere Weglänge von zehn Kilometern zugrunde gelegt. Dies erfolgt im Einklang mit dem Vorsichtsprinzip, da eine Verringerung der mittleren Weglänge zu einer höheren Anzahl an Wegen führt, die die benötigte Flottengröße ebenfalls erhöht. Im vorgestellten MK könnten laut [Hen 18] analog zum CASE-Szenario mittlere Geschwindigkeiten von bis zu 50 km/h erreicht werden. [Hen 18, 133] Die mittlere Geschwindigkeit wird dem Vorsichtsprinzip folgend mit 35 km/h beibehalten.

	Mobile Personen	JFL	km pro Tag	Anzahl Wege pro Tag (Ø Weglänge = 10 km)	Anzahl Wege @ Rush Hour = Fzg.-Bedarf nach Wegen	km-Leistung @ Rush Hour	Fzg.-Bedarf nach km-Leistung (Ø Geschw. = 35 km/h)	Sicherheitsfaktor x 3 bezogen auf Fzg.-Bedarf nach km	Fleet Size
Szenario 1 (100% CS)	500.000	6.000	8.219.178	821.918	<b>63.014</b>	630.137	18.004	<b>54.012</b>	<b>63.014</b>
		10.000	13.698.630	1.369.863	<b>105.023</b>	1.050.228	30.007	<b>90.021</b>	<b>105.023</b>
	1.500.000	6.000	24.657.534	2.465.753	<b>189.041</b>	1.890.411	54.012	<b>162.036</b>	<b>189.041</b>
		10.000	41.095.890	4.109.589	<b>315.068</b>	3.150.685	90.020	<b>270.060</b>	<b>315.068</b>
	3.000.000	6.000	49.315.068	4.931.507	<b>378.082</b>	3.780.822	108.023	<b>324.069</b>	<b>378.082</b>
		10.000	82.191.781	8.219.178	<b>630.137</b>	6.301.370	180.039	<b>540.117</b>	<b>630.137</b>
Szenario 2 (80% CS)	500.000	6.000	6.575.342	657.534	<b>50.411</b>	504.110	14.403	<b>43.209</b>	<b>50.411</b>
		10.000	10.958.904	1.095.890	<b>84.018</b>	840.183	24.005	<b>72.015</b>	<b>84.018</b>
	1.500.000	6.000	19.726.027	1.972.603	<b>151.233</b>	1.512.329	43.209	<b>129.627</b>	<b>151.233</b>
		10.000	32.876.712	3.287.671	<b>252.055</b>	2.520.548	72.016	<b>216.048</b>	<b>252.055</b>
	3.000.000	6.000	39.452.055	3.945.206	<b>302.466</b>	3.024.658	86.419	<b>259.257</b>	<b>302.466</b>
		10.000	65.753.425	6.575.343	<b>504.110</b>	5.041.096	144.031	<b>432.093</b>	<b>504.110</b>
Szenario 3 (20% CS)	500.000	6.000	1.643.836	164.384	<b>12.603</b>	126.027	3.601	<b>10.803</b>	<b>12.603</b>
		10.000	2.739.726	273.973	<b>21.005</b>	210.046	6.001	<b>18.003</b>	<b>21.005</b>
	1.500.000	6.000	4.931.507	493.151	<b>37.808</b>	378.082	10.802	<b>32.406</b>	<b>37.808</b>
		10.000	8.219.178	821.918	<b>63.014</b>	630.137	18.004	<b>54.012</b>	<b>63.014</b>
	3.000.000	6.000	9.863.014	986.301	<b>75.616</b>	756.164	21.605	<b>64.815</b>	<b>75.616</b>
		10.000	16.438.356	1.643.836	<b>126.027</b>	1.260.274	36.008	<b>108.024</b>	<b>126.027</b>

Tabelle 6-3 Übersicht zur Ermittlung der Flottengröße

Die Wege bzw. Kilometer-Leistungen während der Rush Hour berechnen sich aus der Annahme des Mobilitätsaufkommens von 23 % innerhalb der Zeit von 16-19 Uhr. Die Wegeanzahl bzw. die Kilometer-Leistung pro Tag wird also mit 0,23 multipliziert und anschließend durch drei dividiert, um die Kennzahlen für die Rush-Hour zu errechnen.

Legt man nun die Anzahl der innerhalb einer Rush Hour (möglicherweise gleichzeitig) startenden Wege oder aber die zur Bewältigung der Rush Hour Kilometer Leistung mit einer Geschwindigkeit von 35 km/h benötigten Fahrzeuge (versehen mit einem Sicherheitsfaktor von drei) zugrunde so ergibt sich eine ähnliche Anzahl an Fahrzeugen. Die höhere der beiden Zahlen wird als Flottengröße festgelegt. Bei einer mittleren MIV-Wegzeit von knapp einer halben Stunde werden folglich ca. alle 30 min Fahrzeuge frei, die dem weiteren Rush Hour Bedarf dienen.

Die jeweiligen, anteiligen Flottengrößen pro Fahrzeugklasse finden sich in Anhang 15-12.

	Mobile Personen	JFL	Fleet Size	Nutzer pro Fzg.
Szenario 1 (100% CS)	500.000	6.000	<b>63.014</b>	<b>7,93</b>
		10.000	<b>105.023</b>	<b>4,76</b>
	1.500.000	6.000	<b>189.041</b>	<b>7,93</b>
		10.000	<b>315.068</b>	<b>4,76</b>
	3.000.000	6.000	<b>378.082</b>	<b>7,93</b>
		10.000	<b>630.137</b>	<b>4,76</b>

Tabelle 6-4 Nutzer pro Fahrzeug im MK

Tabelle 6-4 zeigt die Nutzerzahlen pro Fahrzeug für die gewählten Flottengrößen. Durch die Proportionalität der Berechnungen, konkret durch die Anpassung der Flottengrößen an die Zahl der mobilen Personen in den jeweiligen Szenarien, ergeben sich für alle Szenarien dieselben Kennzahlen. Für eine mittlere JFL pro Person von 6.000 Kilometern kommen auf ein Fahrzeug ca. acht Nutzer, für eine JFL von 10.000 Kilometern ca. fünf. Diese Besetzungsquoten sind deutlich niedriger als die heutigen Quoten im FFCS bzw. SBCS (vgl. Kapitel 3.2.4) und damit eher konservativ geschätzt, aber gleichzeitig signifikant höher als die

Besetzungsquoten im Bereich des privaten Fahrzeugbesitzes (vgl. Kapitel 3.1). Daraus lässt sich schließen, dass eine Abdeckung der Mobilität mit der errechneten Flottengröße und auf Grundlage der angenommenen Mobilitätsdaten als realistisch einzustufen ist.

Ebenfalls basierend auf den Flottengrößen aus Szenario 1 und der JFL von 10.000 Kilometern (zwecks besserer Vergleichbarkeit mit der heutigen Mobilität) zeigt Abbildung 6-11 einen Vergleich der benötigten Fahrzeuge im MK mit der Anzahl der heute in vergleichbaren Städten zugelassenen Fahrzeugen. Es zeigt sich auch hier eine nennenswerte Reduktion der Gesamtfahrzeugflotte innerhalb einer Stadt durch die Umsetzung des MKs.

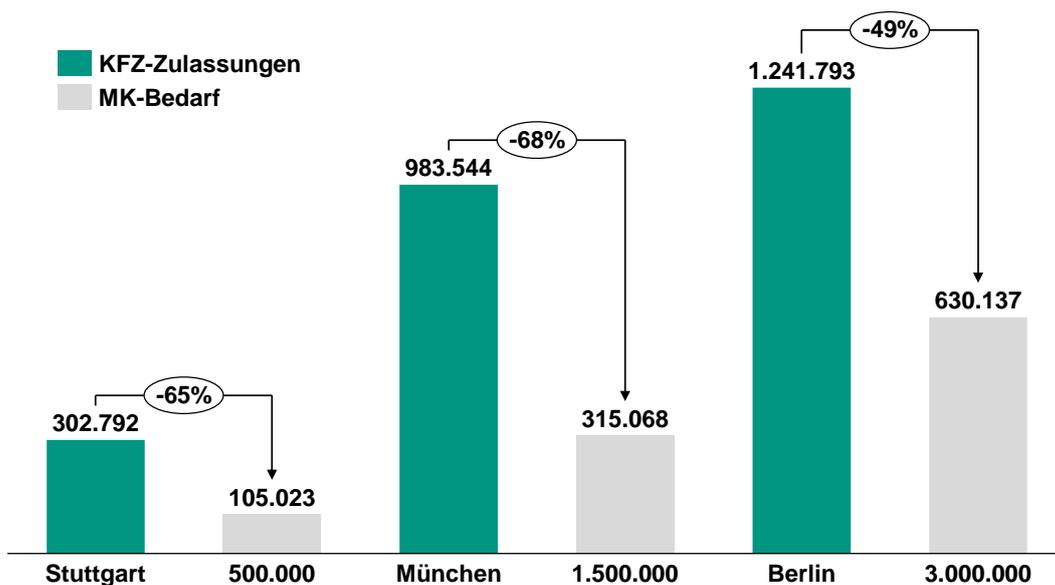


Abbildung 6-11 Erreichbare Flottenreduktionen durch das MK [Kra 22a]

Die Flottenaufteilung erfolgt in drei Kategorien: 40 % Kleinwagen (SAE-Level 5), 40 % Kompaktwagen I (SAE-Level 5) und 20 % Kompaktwagen II (SAE-Level 4).

### 6.5.2 Wirtschaftlichkeitsuntersuchung MK

#### Kostenübersicht Fahrzeuge

Oben wurden bereits die Kosteneinflüsse auf die jeweiligen Kostenbausteine durch das MK ausgeführt. Im Folgenden werden die beschriebenen Einflüsse quantitativ und zusammengefasst dargestellt und münden in einer Wirtschaftlichkeitsanalyse auf Basis eines hypothetischen Preismodells.

	Preis	TÜV	Versicherung pro km	Instandhaltung pro km	Energiekosten
Klein Lvl 5	9.738 €	40 €	0,020 €	0,06 €	0,32 €
Kompakt Lvl 5	16.020 €	40 €	0,024 €	0,06 €	0,32 €
Kompakt Lvl 4	27.000 €	40 €	0,032 €	0,06 €	0,32 €

Tabelle 6-5 Kostenübersicht pro Fahrzeug

Da die oben berechneten Flottengrößen sich proportional zur Veränderung der mobilen Personen und deren JFL verändern, ergibt sich für jeden Fall dieselbe JFL pro Fahrzeug von 47.609 Kilometern (Beispielberechnung: Szenario 1, 1.500.000 mobile Personen mit einer JFL von 10.000 Kilometern ergab eine Flottengröße von 315.068 Fahrzeugen. 1.500.000 mobile Personen erzeugen so eine jährliche Gesamtfahrleistung von 15 Milliarden Kilometern. Dies dividiert durch die 315.068 Fahrzeuge ergibt eine JFL von rund 47.609 Kilometern). Dies entspricht einer Auslastung durch Kundennutzung von 15,5 % (47.609 Kilometer bei einer mittleren Geschwindigkeit von 35 km/h ergeben 1.360 Stunden zeitlicher Auslastung oder auf ein Jahr bezogen 15,5 %). Diese JFL pro Fahrzeug muss um Fahrten ergänzt werden, bei denen keine Passagiere transportiert werden, die hier genannte Non-Passenger-Mobility (NPM). Wege zum Nutzer, zu Reinigungen oder sonstigen Instandhaltungsmaßnahmen, die die Fahrzeuge selbstständig ansteuern erfolgen in der Regel ohne Passagiere. Hierzu lässt sich zunächst pro Fall (also pro Szenario-Personen-JFL Kombination) die Fahrzeugdichte pro Quadratkilometer Stadtgebiet berechnen. Zugrunde liegen hierbei die Stadtgrößen der Vergleichsstädte Stuttgart (207,4 km<sup>2</sup>), München (310,7 km<sup>2</sup>) und Berlin (891,8 km<sup>2</sup>). Die Stadtgrößen wurden den jeweiligen Wikipedia-Einträgen am 26.09.2022 entnommen. Es ergeben sich so Fahrzeugdichten zwischen 60 und 1.014 Fahrzeugen pro km<sup>2</sup>. Die dazugehörige Berechnungstabelle findet sich in Anhang 15-13. Auf dieser Basis wird ein mittlerer Anfahrtsweg pro Fahrt von maximal einem Kilometer angesetzt, der auch Fahrten zu Reinigungen, Instandhaltungsmaßnahmen, Ladestationen, etc. abdeckt. Bei einer JFL pro Fahrzeug von 47.609 Kilometern und einem mittleren angenommenen Fahrtweg von zehn Kilometern ergeben sich 4.760,9 Wege bzw. Anfahrtswege-Kilometer. Aufgerundet werden somit 5.000 Kilometer NPM zur Fahrzeug-JFL hinzugerechnet (konservative Annahme, da mittlere Anfahrtswege durch hohe Fahrzeugdichte niedriger ausfallen könnten). Anhand dieses Werts lassen sich nun die Gesamtkosten pro Fahrzeug und Jahr berechnen (siehe Tabelle 6-6).

	JFL (besetzt)	JFL (inkl. NPM)	Unterwegszeit in h @ 35 km/h (exkl. NPM)	jährl. operative Kosten bezogen auf JFL inkl. NPM	operative Kosten pro km (exkl. NPM)	operative Kosten pro min (exkl. NPM)
Klein Lvl 5	47.609	52.609	1.360,26	5.442,94 €	0,114 €	0,067 €
Kompakt Lvl 5	47.609	52.609	1.360,26	5.974,30 €	0,125 €	0,073 €
Kompakt Lvl 4	47.609	52.609	1.360,26	6.731,86 €	0,141 €	0,082 €

Tabelle 6-6 Operative Kosten pro Fahrzeug und Jahr

In dieser Aufstellung sind die Anschaffungskosten in den operativen Kosten zunächst exkludiert.

Tabelle 6-7 zeigt darauf aufbauend die Gesamtkosten inklusive Abschreibungskosten wie oben beschrieben.

	jährl. operative Kosten bezogen auf JFL inkl. NPM	Abschreibung @ 6 Jahre	jährl. Gesamtkosten	Gesamtkosten pro km (exkl. NPM)	Gesamtkosten pro min (exkl. NPM)
Klein Lvl 5	5.442,94 €	1.623,00 €	7.065,94 €	0,148 €	0,087 €
Kompakt Lvl 5	5.974,30 €	2.670,00 €	8.644,30 €	0,182 €	0,106 €
Kompakt Lvl 4	6.731,86 €	4.500,00 €	11.231,86 €	0,236 €	0,138 €

Tabelle 6-7 Gesamtkosten pro Fahrzeug und Jahr

### Profitabilität

Da nun die Kosten pro Fahrzeug für den Anbieter des MKs bekannt sind, lassen sich Nutzungstarife und Aussagen zur Profitabilität pro Fahrzeug ableiten.

	jährl. Kosten	Kosten pro min	Nutzungstarif pro Min.	jährl. Umsatz pro Fzg.	Profit
Klein Lvl 5	7.065,94 €	0,087 €	0,12 €	9.793,85 €	27,9%
Kompakt Lvl 5	8.644,30 €	0,106 €	0,14 €	11.426,16 €	24,3%
Kompakt Lvl 4	11.231,86 €	0,138 €	0,16 €	13.058,47 €	14,0%
		Kosten pro km	Nutzungstarif pro km	jährl. Umsatz pro Fzg.	Profit
Klein Lvl 5	7.065,94 €	0,148 €	0,20 €	9.521,80 €	25,8%
Kompakt Lvl 5	8.644,30 €	0,182 €	0,24 €	11.426,16 €	24,3%
Kompakt Lvl 4	11.231,86 €	0,236 €	0,28 €	13.330,52 €	15,7%

Tabelle 6-8 Profitabilität pro Fahrzeug bei wie dargestellt definierten Nutzungstarifen pro Minute bzw. Kilometer

Bei einem angenommenen Minutentarif von 0,12 € für das Kleinfahrzeug und 0,14 € bzw. 0,16 € für die Kompaktfahrzeuge, der jeweils im Bereich von 50 % des heutigen Minutentarifs von ShareNow liegt, lassen sich je nach Fahrzeug Profitabilitäten zwischen 14 % und 28 % pro Fahrzeug erreichen. Der Umsatz errechnet sich hier anhand der tatsächlichen Nutzungszeit durch die mobilen Personen, also anhand der JFL des besetzten Fahrzeugs und der mittleren Geschwindigkeit von 35 km/h.

Analog werden hier zusätzlich Kilometer-Tarife von 0,20 €, 0,24 € und 0,28 € pro Kilometer angesetzt. Diese werden mit der JFL pro Fahrzeug (exkl. NPM) multipliziert, um den Umsatz pro Fahrzeug zu errechnen. So lassen sich Gewinne zwischen 15 % und 26 % pro Fahrzeug realisieren.

Auf Basis dieser Erkenntnis folgt nun eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung über fünf Jahre, aus der sich Aussagen zur Amortisation, zum Kapitalwert der Investition, zur internen Verzinsung sowie zum Bilanzgewinn ableiten lassen.

Nachfolgend wird die Wirtschaftlichkeit des MKs für ein ausgewähltes Szenario dargestellt. Da sich die Flottengrößen mit der variierenden Anzahl mobiler Personen und JFL ebenfalls proportional verändern, ergibt sich in jedem Szenario dieselbe Profitabilität innerhalb

derselben Tarifstruktur. Voraussetzung hierfür ist die Annahme, dass der MK-Anbieter im Vorfeld die zu erwartende Nutzungsrate der Bewohner kennt und darauf entsprechend reagieren kann. Für den Fall, dass dies nicht gegeben ist, wird zusätzlich die Wirtschaftlichkeit unter der Annahme, dass von einer 80%igen Nutzung ausgegangen wird und eine entsprechende Flottengröße aufgebaut wird, die tatsächliche Nutzung aber darunter liegt, untersucht.

Es wird in jeder Rechnung eine Overhead-Kostenpauschale angenommen. Diese beinhaltet Personalaufwände durch das zentrale Management des MKs, Verwaltungs- und Gebäudekosten, IT-Kosten und sonstige bisher nicht explizit berücksichtigten Kosten pro Jahr. Durch die durch die Autonomie der Fahrzeuge geringen zusätzlich benötigten Aufwände und den in absoluten Zahlen hohen erreichbaren Umsätzen, wird eine Kostenpauschale von 1 % des Umsatzes angenommen.

Die Wirtschaftlichkeit wird beispielhaft für Szenario 1, 1.500.000 mobile Personen und einer JFL pro Person von 10.000 Kilometern gezeigt und die Ergebnisse erläutert, alle weiteren Berechnungen nach selbigem Muster finden sich in den Anhängen Anhang 15-14 bis Anhang 15-29.

Szenario 1, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JFL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	3.497.160.718,87 €	3.497.160.718,87 €	3.497.160.718,87 €	3.497.160.718,87 €	3.497.160.718,87 €
Operative Kosten	- €	- 1.863.081.931,52 €	- 1.863.081.931,52 €	- 1.863.081.931,52 €	- 1.863.081.931,52 €	- 1.863.081.931,52 €
OH-Pauschale		- 34.971.607,19 €	- 34.971.607,19 €	- 34.971.607,19 €	- 34.971.607,19 €	- 34.971.607,19 €
Abschreibungen						
Invest Klein Lvl 5	- 1.227.250.926,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- 2.018.952.540,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- 1.701.378.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 4.947.581.466,00 €	1.599.107.180,16 €	1.599.107.180,16 €	1.599.107.180,16 €	1.599.107.180,16 €	1.599.107.180,16 €
Übertrag in Folgeperiod	- 4.947.581.466,00 €	- 3.348.474.285,84 €	- 1.749.367.105,68 €	- 150.259.925,52 €	1.448.847.254,64 €	3.047.954.434,80 €

NPV:	2.813.575.277,22 €
IRR:	18,47%

Tabelle 6-9 Wirtschaftlichkeitsanalyse I (Minutentarife) für Szenario 1, 1,5 Millionen mobile Personen und 10.000 Kilometern JFL

Szenario 1, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JFL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	3.480.017.942,20 €	3.480.017.942,20 €	3.480.017.942,20 €	3.480.017.942,20 €	3.480.017.942,20 €
Operative Kosten	- €	- 1.863.081.931,52 €	- 1.863.081.931,52 €	- 1.863.081.931,52 €	- 1.863.081.931,52 €	- 1.863.081.931,52 €
OH-Pauschale		- 34.971.607,19 €	- 34.971.607,19 €	- 34.971.607,19 €	- 34.971.607,19 €	- 34.971.607,19 €
Abschreibungen						
Invest Klein Lvl 5	- 1.227.250.926,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- 2.018.952.540,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- 1.701.378.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 4.947.581.466,00 €	1.581.964.403,49 €	1.581.964.403,49 €	1.581.964.403,49 €	1.581.964.403,49 €	1.581.964.403,49 €
Übertrag in Folgeperiode	- 4.947.581.466,00 €	- 3.365.617.062,51 €	- 1.783.652.659,02 €	- 201.688.255,53 €	1.380.276.147,97 €	2.962.240.551,46 €

NPV:	2.730.373.989,41 €
IRR:	18,00%

Tabelle 6-10 Wirtschaftlichkeitsanalyse I (Kilometertarife) für Szenario 1, 1,5 Millionen mobile Personen und 10.000 Kilometern JFL

Szenario 1, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JFL; inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	3.497.160.718,87 €	3.497.160.718,87 €	3.497.160.718,87 €	3.497.160.718,87 €	3.497.160.718,87 €
Operative Kosten	- €	- 1.863.081.931,52 €	- 1.863.081.931,52 €	- 1.863.081.931,52 €	- 1.863.081.931,52 €	- 1.863.081.931,52 €
OH-Pauschale		- 34.971.607,19 €	- 34.971.607,19 €	- 34.971.607,19 €	- 34.971.607,19 €	- 34.971.607,19 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)		- 824.596.911,00 €	- 824.596.911,00 €	- 824.596.911,00 €	- 824.596.911,00 €	- 824.596.911,00 €
Invest Klein Lvl 5	- 1.227.250.926,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- 2.018.952.540,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- 1.701.378.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 4.947.581.466,00 €	774.510.269,16 €	774.510.269,16 €	774.510.269,16 €	774.510.269,16 €	774.510.269,16 €
Return on Sales (ROS)		22,1%	22,1%	22,1%	22,1%	22,1%

Tabelle 6-11 Wirtschaftlichkeitsanalyse II (Minutentarife) für Szenario 1, 1,5 Millionen mobile Personen und 10.000 Kilometern JFL

Szenario 1, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JFL; inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	3.480.017.942,20 €	3.480.017.942,20 €	3.480.017.942,20 €	3.480.017.942,20 €	3.480.017.942,20 €
Operative Kosten	- €	- 1.863.081.931,52 €	- 1.863.081.931,52 €	- 1.863.081.931,52 €	- 1.863.081.931,52 €	- 1.863.081.931,52 €
OH-Pauschale		- 34.971.607,19 €	- 34.971.607,19 €	- 34.971.607,19 €	- 34.971.607,19 €	- 34.971.607,19 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)		- 824.596.911,00 €	- 824.596.911,00 €	- 824.596.911,00 €	- 824.596.911,00 €	- 824.596.911,00 €
Invest Klein Lvl 5	- 1.227.250.926,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- 2.018.952.540,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- 1.701.378.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 4.947.581.466,00 €	757.367.492,49 €	757.367.492,49 €	757.367.492,49 €	757.367.492,49 €	757.367.492,49 €
Return on Sales (ROS)		21,8%	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%

Tabelle 6-12 Wirtschaftlichkeitsanalyse II (Kilometertarife) für Szenario 1, 1,5 Millionen mobile Personen und 10.000 Kilometern JFL

Die obigen Tabellen differenzieren die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung in zwei Teile. Tabelle 6-9 und Tabelle 6-10 „Wirtschaftlichkeitsanalyse I“ betrachten die reinen Kapitalflüsse pro

Periode und treffen so eine Aussage zum Kapitalwert sowie zur internen Verzinsung des Mobilitätskonzepts.

Tabelle 6-11 und Tabelle 6-12 „Wirtschaftlichkeitsanalyse II“ berücksichtigen darüber hinaus auch die nötigen Abschreibungen der Fahrzeuge pro Periode. Daraus lässt sich eine Aussage zu den bilanziellen Erträgen (Earnings before interest and taxes, EBIT) und zur Profitabilität, hier als Return on Sales (ROS) bezeichnet, ableiten. Die folgenden Ausführungen beziehen sich beispielhaft auf Tabelle 6-9 und Tabelle 6-11.

Es wird ein Zeitraum von fünf Jahren betrachtet. In Periode t=0 fallen lediglich Investitionskosten für die Fahrzeugflotte an. Gemäß der oben beschriebenen Flottengrößen und -aufteilungen ergibt sich per Multiplikation mit dem jeweiligen Fahrzeugpreis der Investitionsbetrag pro Fahrzeugklasse.

$$\text{Invest Klein Lvl 5} = 126.027 \text{ Fahrzeuge} * 9.738 \text{ € pro Fahrzeug} = 1.227.250.926 \text{ €}$$

Der Umsatz errechnet sich anhand der pro Fahrzeug mit Passagieren zurückgelegten Kilometern pro Jahr. Bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 35 km/h lässt sich die Unterwegszeit ableiten und mit dem festgelegten Minutentarif multiplizieren. Analog wird der Umsatz mit dem Kilometerarif durch Multiplikation von JFL (exkl. NPM) und Tarif errechnet.

$$\begin{aligned} \text{Umsatz (min – Tarif)} \\ &= (126.027 \text{ Fahrzeuge} * 0,12 \text{ €} + 126.027 \text{ Fahrzeuge} * 0,14 \text{ €} \\ &+ 63.014 \text{ Fahrzeuge} * 0,16 \text{ €}) * \frac{47.609 \text{ km}}{35 \frac{\text{km}}{\text{h}}} * 60 = 3.497.160.718,87 \text{ €} \end{aligned}$$

Die operativen Kosten beinhalten die Kostenbausteine TÜV, Versicherung, Instandhaltung sowie Energie und beziehen sich auf die tatsächliche JFL bzw. Unterwegszeit der Fahrzeuge, also inkl. NPM und berechnen sich als Summe der operativen Kosten pro Fahrzeugklasse.

#### *Operative Kosten*

$$\begin{aligned} &= 126.027 \text{ Fahrzeuge (Klein Lvl 5)} * 5.442,94 \text{ €} \\ &+ 126.027 \text{ Fahrzeuge (Kompakt Lvl 5)} * 5.974,30 \text{ €} \\ &+ 63.014 \text{ Fahrzeuge (Kompakt Lvl 4)} * 6.731,86 \text{ €} = 1.863.081.931,52 \text{ €} \end{aligned}$$

Die Overhead (OH) Pauschale errechnet sich als 1 % des Umsatzes.

$$\text{OH Pauschale} = 3.497.160.718,87 \text{ €} * 0,01 = 34.971.607,19 \text{ €}$$

Der Umsatz abzüglich der operativen Kosten und der OH-Pauschale ergibt dann den Kapitalfluss pro Periode.

Zunächst wird in Tabelle 6-9 die Amortisationsdauer ersichtlich. Die Zeile „Übertrag in Folgeperiode“ zeigt nach welcher Zeit sich die Investitionskosten durch die Erträge amortisiert haben. Dies ist ab Periode vier der Fall. Genau berechnet ergibt sich als Amortisationszeitraum in diesem Fall 3,1 Jahre:

$$\text{Amortisationsdauer} = \frac{\text{Investitionsbetrag}}{\text{jährl. Ertrag}} = \frac{4.974.581.466 \text{ €}}{1.599.107.180,16 \text{ €}} = 3,1 \text{ Jahre}$$

Zur Berechnung des Kapitalwerts über den Zeitraum von fünf Jahren muss zunächst ein Kalkulationszinssatz zugrunde gelegt werden. Dieser gibt an mit welcher Verzinsung das Geld für die Investitionen in Periode 0 alternativ hätte sicher angelegt werden können. Die deutsche Bundesbank gibt diesen Abzinsungsfaktor für einen Betrachtungszeitraum von fünf Jahren im Juli 2022 mit 0,9 % an. [Deu 22] Der Einfachheit halber wird der Zinssatz für die Berechnung des Kapitalwerts auf 1 % aufgerundet, was konform mit dem Vorsichtsprinzip ist. Dennoch ist an dieser Stelle anzumerken, dass dieser Zins sehr niedrig ist und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen in der Regel höheren Abzinsungsraten standhalten sollten. Dies wird anschließend durch die IRR verdeutlicht.

Wie in Tabelle 6-9 zu sehen, ist der Kapitalwert bzw. im Englischen der Net Present Value (NPV) deutlich positiv. Damit ist die Investition in das MK unter den getroffenen Annahmen lohnenswert. Die genaue Berechnung erfolgt folgendermaßen:

$$\begin{aligned} NPV &= CF_0 + \frac{CF_1}{1,01^1} + \frac{CF_2}{1,01^2} + \frac{CF_3}{1,01^3} + \frac{CF_4}{1,01^4} + \frac{CF_5}{1,01^5} \\ &= -4.947.581.466 \text{ €} + \frac{1.599.107.180,16 \text{ €}}{1,01^1} + \frac{1.599.107.180,16 \text{ €}}{1,01^2} \\ &\quad + \frac{1.599.107.180,16 \text{ €}}{1,01^3} + \frac{1.599.107.180,16 \text{ €}}{1,01^4} + \frac{1.599.107.180,16 \text{ €}}{1,01^5} \\ &= 2.813.575.277,22 \text{ €} \end{aligned}$$

Um nun auch einschätzen zu können, wie hoch die Verzinsung tatsächlich ist, wenn der Kapitalwert 0 ergeben würde, die Investition also den Break-even-Punkt erreicht, wird zusätzlich die interne Verzinsung (IRR) als Berechnungsmethode hinzugezogen.

Diese gibt die durchschnittliche Jahresrendite des Projekts unter Berücksichtigung der Investitionskosten an. Sie berechnet sich wie folgt (und wird aus Komplexitätsgründen per Excel-Formel errechnet):

$$NPV = CF_0 + \frac{CF_1}{IRR^1} + \frac{CF_2}{IRR^2} + \frac{CF_3}{IRR^3} + \frac{CF_4}{IRR^4} + \frac{CF_5}{IRR^5} := 0$$

IRR bezeichnet in der obigen Formel die Unbekannte, nach der die Gleichung aufgelöst wird. Für das obige Beispiel ergibt sich eine interne Verzinsung von 18,47 %. Da diese positiv ist und höher als aktuell sicher am Markt verzinst werden kann, unterstreicht auch die IRR die Wirtschaftlichkeit des MKs.

Aus Anbietersicht ist nun auch das bilanzielle Ergebnis des Betriebs des MKs interessant. Dies bedeutet insbesondere das Einbeziehen von Abschreibungen der Fahrzeuge als Periodenaufwand. Auch hier werden die anfänglichen Investitionskosten über einen Zeitraum von sechs Jahren abgeschrieben, konform mit den Vorgaben des BMF.

Tabelle 6-11 zeigt das Ergebnis inkl. Abschreibungsaufwänden für den Anbieter des MKs und errechnet eine Profitabilität von 22,1 %.

In einem weiteren Fall liegt die Annahme zugrunde, dass der MK-Anbieter nicht genau abschätzen kann, wie hoch die Nutzungsrate sein wird und zunächst von Szenario 2 und 80 % Nutzungsrate ausgeht. Im Folgenden wird untersucht, um wie viel die Nachfrage hierbei niedriger ausfallen kann, um zumindest noch kostendeckend sein zu können.

Der Anbieter des MK investiert also in eine Fahrzeugflotte, die er zur Abdeckung einer 80%igen Nutzungsrate benötigen würde. Der Umsatz und die operativen Kosten fallen durch eine niedrigere Nutzungsrate ebenfalls niedriger aus. In den folgenden Tabellen sind die Daten für eine Nutzungsrate von 55 % der mobilen Personen dargestellt.

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JFL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	1.923.438.395,38 €	1.923.438.395,38 €	1.923.438.395,38 €	1.923.438.395,38 €	1.923.438.395,38 €
Operative Kosten	- €	- 1.063.871.200,00 €	- 1.063.871.200,00 €	- 1.063.871.200,00 €	- 1.063.871.200,00 €	- 1.063.871.200,00 €
OH-Pauschale		- 27.977.344,51 €	- 27.977.344,51 €	- 27.977.344,51 €	- 27.977.344,51 €	- 27.977.344,51 €
Abschreibungen						
Invest Klein Lvl 5	- 981.804.636,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- 1.615.168.440,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- 1.361.097.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 3.958.070.076,00 €	831.589.850,86 €	831.589.850,86 €	831.589.850,86 €	831.589.850,86 €	831.589.850,86 €
Übertrag in Folgeperiod	- 3.958.070.076,00 €	- 3.126.480.225,14 €	- 2.294.890.374,27 €	- 1.463.300.523,41 €	- 631.710.672,55 €	199.879.178,32 €

NPV:	77.994.084,49 €
IRR:	1,66%

Tabelle 6-13 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung I (Minutentarife) für eine Annahme von Szenario 2 und tatsächlicher Nutzungsrate von 55 %

Szenario 2 // Nachfrage @55%, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JFL; inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	1.923.438.395,38 €	1.923.438.395,38 €	1.923.438.395,38 €	1.923.438.395,38 €	1.923.438.395,38 €
Operative Kosten	- €	- 1.063.871.200,00 €	- 1.063.871.200,00 €	- 1.063.871.200,00 €	- 1.063.871.200,00 €	- 1.063.871.200,00 €
OH-Pauschale		- 27.977.344,51 €	- 27.977.344,51 €	- 27.977.344,51 €	- 27.977.344,51 €	- 27.977.344,51 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)		- 659.678.346,00 €	- 659.678.346,00 €	- 659.678.346,00 €	- 659.678.346,00 €	- 659.678.346,00 €
Invest Klein Lvl 5	- 981.804.636,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- 1.615.168.440,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- 1.361.097.000,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 3.958.070.076,00 €	171.911.504,86 €	171.911.504,86 €	171.911.504,86 €	171.911.504,86 €	171.911.504,86 €
Return on Sales (ROS)		8,9%	8,9%	8,9%	8,9%	8,9%

Tabelle 6-14 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung II (Minutentarife) für eine Annahme von Szenario 2 und tatsächlicher Nutzungsrate von 55 %

Umsatz und operative Kosten errechnen sich nun durch eine verminderte Anzahl der mobilen Personen im MK, nämlich 55 %. Diese führt zu einer geringeren Gesamt-JFL, die sich wiederum in niedrigeren JFL pro Fahrzeug niederschlägt und zu geringeren operativen Kosten führt. Allerdings stehen dem die für Szenario 2 vorgesehenen Investitionskosten gegenüber. Ersichtlich wird aus den beiden obigen Tabellen nun, dass bei einer Nutzungsrate von 55 % das MK in der Bilanzbetrachtung mit 8,9 % noch profitabel ist. Die NPV-Betrachtung ist innerhalb der Fünf-Jahres-Betrachtung ebenso positiv und die IRR ist mit 1,66 % knapp über dem Niveau einer sicheren Anlage. Auf Basis der hier vorliegenden Betrachtung sollte also die Nachfrage bei einer vorausgehenden unsicheren Annahme von 80 % Nutzungsrate nicht unter einen Wert von 55 % fallen, um nach wie vor einen wirtschaftlichen Use Case zu erhalten. Für den Kilometertarif gilt hier ebenfalls eine Grenze von 55 %.

### 6.5.3 TCO PKW Besitz im MK

In diesem Abschnitt wird analog zu vorherigen Betrachtungen eine TCO-Berechnung für den Besitz eines Fahrzeugs im Rahmen des MKs berechnet. Es liegt die Annahme zugrunde, dass ein Privatfahrzeug nur dann Sinn macht, wenn der Besitzer das Fahrzeug auch für Langstrecken bzw. Wege außerhalb der Stadt nutzen kann. Daher wird für diesen Fall ausschließlich das Fahrzeug der Kompaktklasse und dem SAE-Level 4 betrachtet.

	Anschaffung	Verbrauch in kWh	Restwert- annahme	JFL
Kompakt Lvl 4	30.000 €	11	5.000 €	5000
				8000
				10000
				15000
				20000

Tabelle 6-15 Grunddaten Privatfahrzeug im MK

JFL	Abschreibung/ Wertverlust	TÜV	Steuern	Versicherung	Instandhaltung (fix + var. Anteil)	Sonstiges fix	Preis pro kWh
5000	4.166,67 €	40 €	73 €	260 €	190 €	420 €	0,32 €
8000				300 €	214 €		
10000				320 €	230 €		
15000				360 €	270 €		
20000				390 €	310 €		

Tabelle 6-16 Übersicht Kosten Privatfahrzeug im MK

JFL	TCO p.a.	TCO p.m.	TCO p.d.	TCO p.km	TCO p.min
5000	5.325,67 €	443,81 €	14,59 €	1,07 €	0,62 €
8000	5.495,27 €	457,94 €	15,06 €	0,69 €	0,40 €
10000	5.601,67 €	466,81 €	15,35 €	0,56 €	0,33 €
15000	5.857,67 €	488,14 €	16,05 €	0,39 €	0,23 €
20000	6.103,67 €	508,64 €	16,72 €	0,31 €	0,18 €

Tabelle 6-17 Übersicht TCO Privatfahrzeug im MK

Für den Versicherungsbetrag wird auf Grundlage der Ausführungen in Kapitel 6.4 zu Versicherungskosten der Beitrag des heutigen ID.3 übernommen. Die Instandhaltungskosten werden mit 150 € pro Jahr als fix angenommen. Hinzu kommen variable Kosten für Reifenwechsel von 400 € pro 50.000 Kilometer. Park- und Reinigungsgebühren wurden aus dem heutigen TCO Case übernommen. Die Steuer wurde vom Golf Otto übernommen und basiert auf der Überlegung, den Privatbesitz des PKWs steuerlich unattraktiv zu machen, um Anreize für die Nutzung des MKs zu setzen. So ergeben sich die in Tabelle 6-17 dargestellten TCO-Kosten pro Jahr.

## 7 Ergebnisse & Diskussion

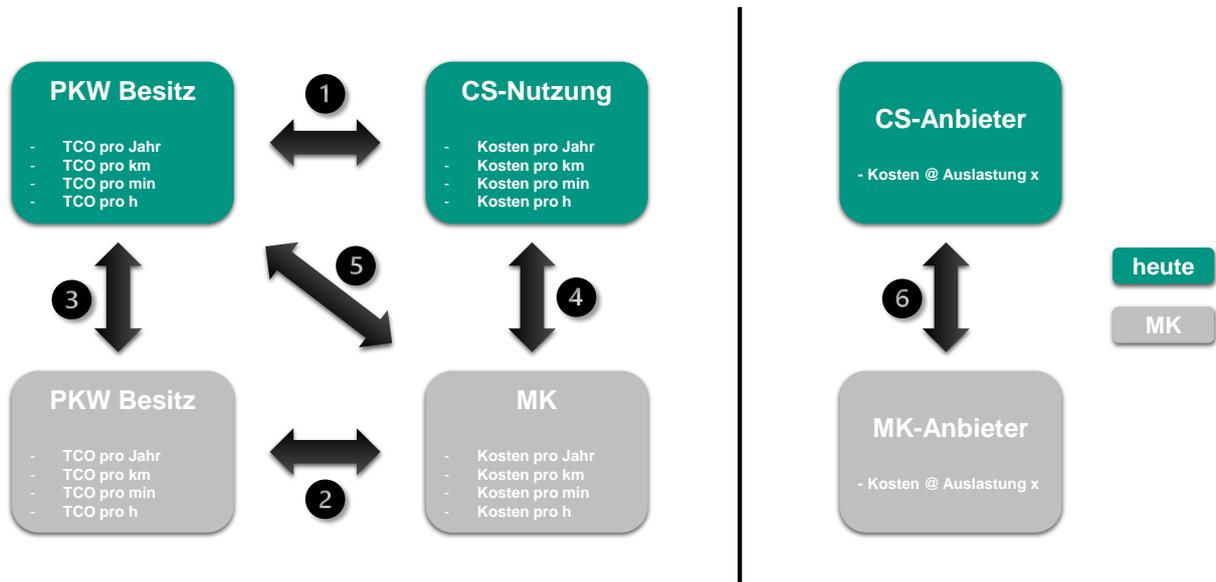


Abbildung 7-1 Übersicht Ergebnisdiskussion

In diesem Kapitel werden die bisherigen Ergebnisse miteinander verglichen und diskutiert. Für eine optimale Vergleichbarkeit werden hier ausschließlich der ID.3 und der e-up! mit den Fahrzeugen im MK verglichen, jeweils für eine JFL von 10.000 Kilometern.

Abbildung 7-1 stellt übersichtlich zusammen, welche Use Cases in dieser Arbeit betrachtet wurden und inwiefern diese miteinander verglichen werden können. Für die entsprechenden Vergleiche werden die errechneten Kosten pro Jahr, Kilometer, Minute sowie pro Stunde auf Basis der jeweiligen Minutentariife der Nutzung herangezogen.

### 7.1 PKW-Besitz heute vs. CS-Nutzung heute

Dieser Vergleich wurde bereits in Kapitel 4.4 erschöpfend durchgeführt. Tabelle 7-1 fasst die Ergebnisse nochmals zusammen. Die dargestellten Kosten beziehen sich wie oben erwähnt auf die TCO-Kosten aus Nutzer- bzw. Kundensicht für die E-Fahrzeuge bei JFL von 10.000 Kilometern. Für den CS-Vergleich werden die errechneten Kosten des FFCS-Anbieters ShareNow herangezogen.



- 13,0 %

	ID.3 heute	Kompakt Lvl 4 MK
Kosten pro Jahr	6.436,81 €	5.601,67 €
Kosten pro km	0,64 €	0,56 €
Kosten pro min	0,38 €	0,33 €
Kosten pro h	22,80 €	19,61 €

Tabelle 7-3 Kostenvergleich PKW Besitz heute und im MK

#### 7.4 CS-Nutzung heute vs. Nutzung des MKs

- 56,0 %

- 57,1 %

	ID.3 CS	Kompakt Lvl 5 MK	Kompakt Lvl 4 MK	e-Up! CS	Klein Lvl 5 MK
Kosten pro Jahr	5.460,00 €	2.400,00 €	2.742,86 €	4.800,00 €	2.057,14 €
Kosten pro km	0,55 €	0,24 €	0,27 €	0,48 €	0,21 €
Kosten pro min	0,32 €	0,14 €	0,16 €	0,28 €	0,12 €
Kosten pro h	19,20 €	8,40 €	9,60 €	16,80 €	7,20 €

Tabelle 7-4 Kostenvergleich CS-Nutzung heute und Nutzung des MKs

Anhand dieses Vergleichs wird ersichtlich, dass die Nutzung des in dieser Arbeit definierten MKs zu signifikanten Kostensenkungen bei den Nutzern im Vergleich zu heutigen CS-Angeboten führen kann und diese Konzepte somit deutlich an Attraktivität gewinnen können, sobald diese umsetzbar sind.

#### 7.5 PKW-Besitz heute vs. Nutzung des MKs

- 62,7 %

- 54,8 %

	ID.3 Besitz heute	Kompakt Lvl 5 MK	Kompakt Lvl 4 MK	e-Up! Besitz heute	Klein Lvl 5 MK
Kosten pro Jahr	6.436,81 €	2.400,00 €	2.742,86 €	4.553,36 €	2.057,14 €
Kosten pro km	0,64 €	0,24 €	0,27 €	0,46 €	0,21 €
Kosten pro min	0,38 €	0,14 €	0,16 €	0,27 €	0,12 €
Kosten pro h	22,80 €	8,40 €	9,60 €	16,20 €	7,20 €

Tabelle 7-5 Kostenvergleich PKW-Besitz heute und Nutzung des MKs

Auch bei diesem Vergleich wird die deutliche Kostensenkung durch Nutzung des MKs sichtbar.

## 7.6 Vergleich der Kostenstrukturen und Profitabilitäten der CS-Anbieter

Um hier einen sinnvollen Vergleich durchzuführen, bietet es sich zunächst an, vergleichbare Auslastungen der Fahrzeuge zugrunde zu legen. Die Fahrzeuge im MK haben eine Auslastung von 15,5 %.

Bei dieser Auslastung entstehen wie oben errechnet folgende Kosten pro Fahrzeug:

	ID.3 CS	Kompakt Lvl 5 MK	Kompakt Lvl 4 MK	e-Up! CS	Klein Lvl 5 MK
jährl. operative Kosten (exkl. Anschaffung)	15.646,72 €	5.974,30 €	6.731,86 €	14.828,83 €	5.442,94 €
jährl. Kosten inkl. Anschaffungs-kosten	22.092,56 €	8.644,30 €	11.231,86 €	18.880,50 €	7.065,94 €
jährl. operative Kosten pro km	0,33 €	0,13 €	0,14 €	0,31 €	0,11 €
jährl. operative Kosten pro min	0,19 €	0,07 €	0,08 €	0,18 €	0,07 €
Gesamtkosten pro km	0,46 €	0,18 €	0,24 €	0,40 €	0,15 €
Gesamtkosten pro min	0,27 €	0,11 €	0,14 €	0,23 €	0,09 €
Tarif (km)	- €	0,24 €	0,28 €		0,20 €
Tarif (min)	0,28 €	0,14 €	0,16 €	0,28 €	0,12 €
Profitabilität (min-Tarif)	3,32%	24,35%	13,99%	17,38%	27,85%
Profitabilität (km-Tarif)	-	24,35%	15,74%	-	25,79%

Tabelle 7-6 Kostenvergleich CS-Anbieter heute und im MK

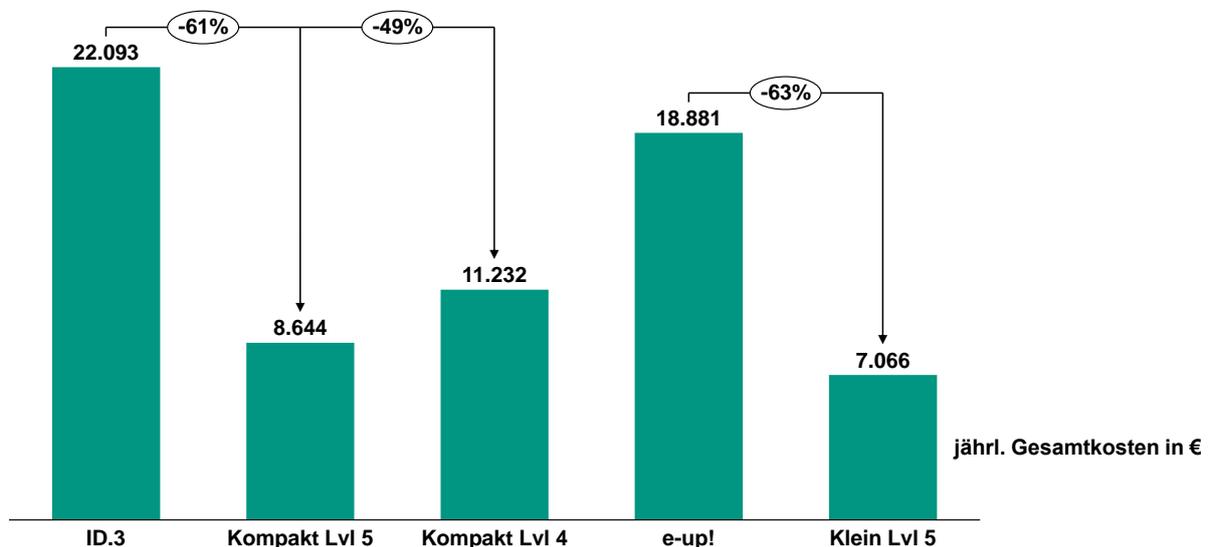


Abbildung 7-2 Entwicklung der Gesamtkosten pro Jahr für CS-Anbieter heute und MK-Anbieter

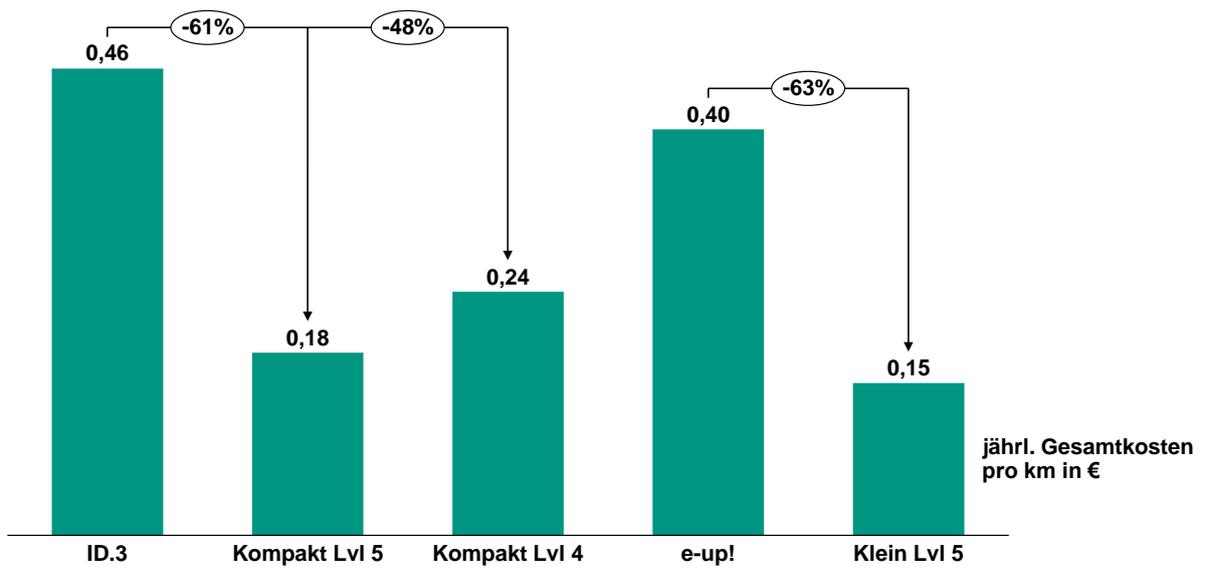


Abbildung 7-3 Entwicklung der Gesamtkosten pro Kilometer für CS-Anbieter heute und MK-Anbieter

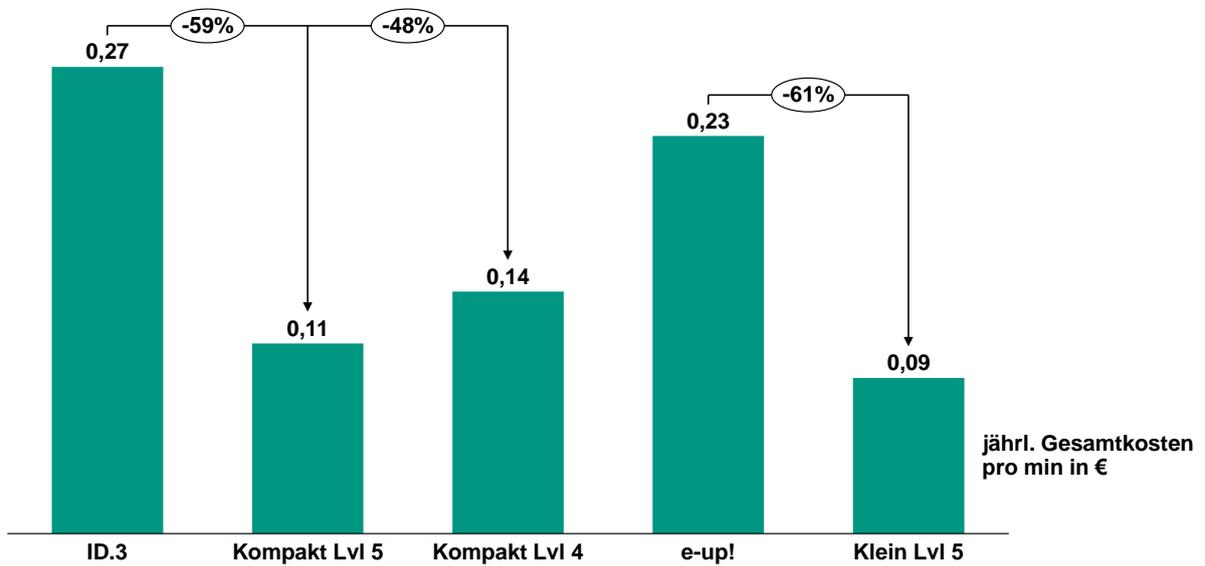


Abbildung 7-4 Entwicklung der Gesamtkosten pro Minute für CS-Anbieter heute und MK-Anbieter

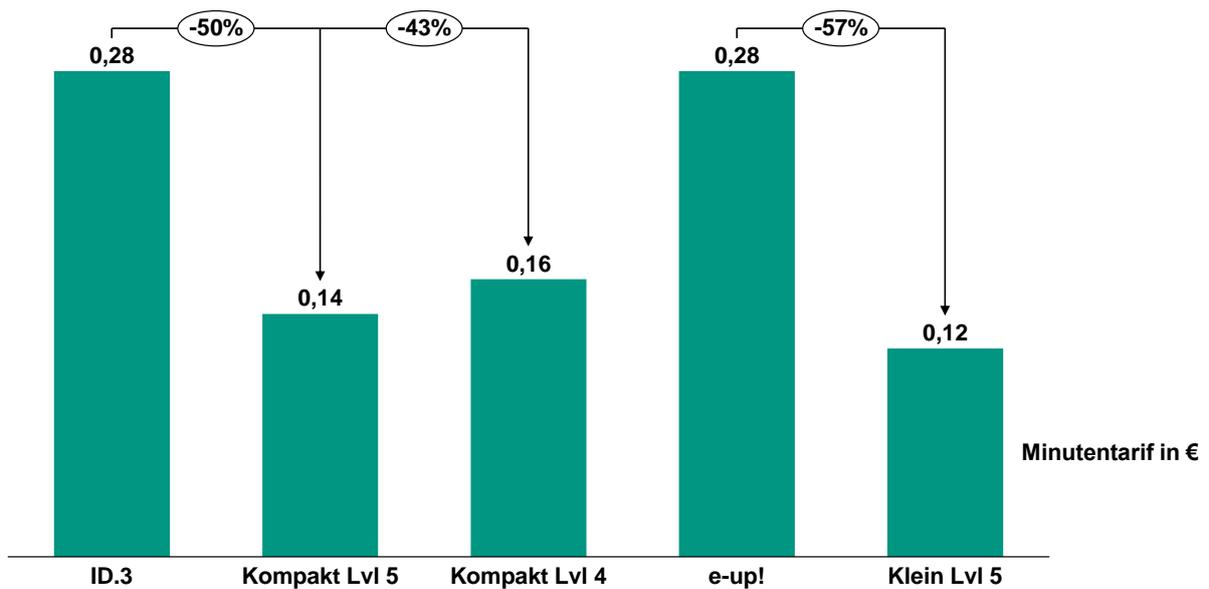


Abbildung 7-5 Anpassung des Minutentarifs CS-Anbieter heute und MK-Anbieter

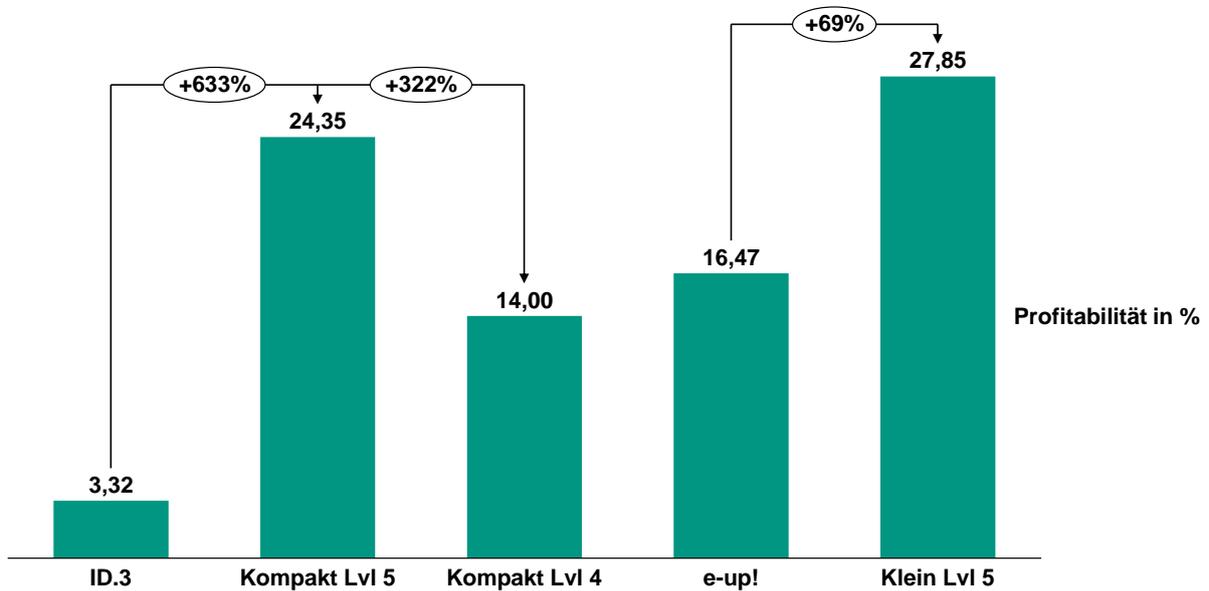


Abbildung 7-6 Entwicklung der Profitabilität der CS-Anbieter und MK-Anbieter

Aus den obigen Darstellungen wird ersichtlich, dass das MK bei deutlichen Kostensenkungspotenzialen auf Anbieterseite und bei ebenso deutlich niedrigeren Nutzungstarifen Rentabilitätssteigerungen im Vergleich zu den heutigen Use Cases zeigt.

## **7.7 Diskussion**

Mit den fünf dargestellten Vergleichen konnte diese Arbeit auf Basis der getroffenen Annahmen zeigen, dass Technologien wie das autonome Fahren und eine weitreichende Vernetzung Shared Mobility Services wie Carsharing in Zukunft sowohl für Nutzer als auch für Anbieter signifikant lukrativer gestalten können. Der Besitz eines eigenen Fahrzeugs wird aufgrund des finanziellen Anreizes der Nutzung eines solchen MKs deutlich unattraktiver, sodass davon auszugehen ist, dass ein Konzept wie das hier vorgestellte MK die Akzeptanz der Menschen auf ein eigenes Fahrzeug zu verzichten deutlich erhöhen könnte.

Im Hinblick auf die getroffenen Annahmen und Berechnungen lassen sich an dieser Stelle folgende Anmerkungen machen: Die Fahrzeugauslastung der Fahrzeuge liegt im betrachteten MK bei errechneten 15,5 %. Künftige Anbieter könnten diese Auslastung aufgrund einer Anpassung an lokale Gegebenheiten (z.B. niedrigere Rush-Hour-Mobilität) erhöhen und damit die Flottengröße und Investitionskosten in diese reduzieren. Auch die angenommene mittlere Geschwindigkeit im MK könnte durch ein voll autonomes System höher ausfallen und damit die Zeit zur Abdeckung der Mobilitätsnachfrage senken bzw. dadurch ebenfalls einen Beitrag dazu leisten die benötigte Fahrzeugflotte zu reduzieren. Ebenso lässt sich festhalten, dass die benötigte Batteriekapazität künftig und für den hier angedachten Anwendungsfall signifikant geringer ausfallen könnte als in dieser Arbeit angenommen. Da bereits der oben angeführte Renault Twizy heute sehr niedrige Batteriekapazitäten benötigt und dabei urbane Mobilität ermöglicht, könnten Kapazitäten in dieser Größenordnung auch künftig ausreichen. Die im MK angenommenen Anschaffungskosten der Fahrzeuge auf Basis der Einflussanalyse im Vergleich zu den heutigen Kosten schätzt der Autor der Arbeit als realistisch bzw. als nicht signifikant reduzierbar ein. Steuerliche Anreize wie bspw. Variationen der Mehrwertsteuer für diese Fahrzeuge könnten weitere staatliche Stellhebel der Förderung solcher MKs sein, allerdings nimmt der Autor der Arbeit hier keine spezifische Kostensenkungsannahme vor.

Diese Arbeit hat den Versuch unternommen im Hinblick auf die Kostenentwicklungen im Rahmen des MKs realistische Szenarien abzubilden, diese Schätzungen unterliegen allerdings wie bereits ausgeführt nicht vernachlässigbaren Unsicherheiten.

Diese Arbeit unterstellt im Rahmen des MKs eine Beibehaltung des bisherigen Mobilitätsaufkommens in Deutschland. Hinsichtlich des Nachhaltigkeitsaspekts kann somit nicht mit einer generellen Reduktion der Mobilität argumentiert werden, aber wohl damit, dass Mobilität in diesem Szenario mit grüner Energieversorgung und mit einer deutlich reduzierten Fahrzeugflotte bewältigt werden und damit einen Nachhaltigkeitsbeitrag leisten kann.

Innerhalb der Ergebnisdiskussion lässt sich abschließend dennoch der klare Trend der möglichen Reduktion der individuellen Mobilitätskosten durch ein Konzept wie das vorgestellte MK festhalten.

## 8 Forschungspotenziale & Limitationen

### 8.1 Forschungspotenziale

Abgeleitet aus den Ergebnissen dieser Arbeit könnten sich künftige Forschungsarbeiten mit folgenden Fragestellungen beschäftigen:

- Simulation der Gesamtergebnisse durch Variation der Kostenbausteine für verschiedene Szenarien der Kostenentwicklungen. Dies ist beispielsweise insbesondere für die künftige Entwicklung der Energiepreise interessant. So könnten für Korridore der Energiepreisentwicklung die Sensitivität der Modellergebnisse quantifiziert werden und Aussagen zur Anpassung der Tarifstrukturen getroffen werden. Diese Arbeit liefert mit der Transparenz des Vorgehens die Möglichkeit der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse unter veränderten Rahmenbedingungen.
- Repräsentative Umfragen zum Thema CS der Zukunft. Hierbei sollte tiefgreifend die Bereitschaft der Menschen zur Nutzung eines MKs wie in dieser Arbeit vorgestellt evaluiert werden. Dabei sollte die Bereitschaft zur Aufgabe der privaten Nutzung eines Fahrzeugs ebenso untersucht werden.
- Entwicklung effizienter Algorithmen zur Minimierung der NPM, für eine optimale Fahrzeugverteilung im Einsatzgebiet sowie zur Optimierung des Nutzer-Fahrzeug-Matchings.
- Von Interesse für die Automobilindustrie selbst könnte eine Analyse des Einflusses von shared autonomous mobility auf die Geschäftsmodelle und Umsatzentwicklungen der OEMs sein.
- Eingehende Analyse der notwendigen Investitionskosten zur Bereitstellung der nötigen Infrastruktur einer Smart City zur Befähigung des hier vorgestellten MKs sowie in diesem Zusammenhang die Analyse der Einsparpotenziale durch im urbanen Kontext ggf. nicht mehr benötigter Ampelsysteme, Beschilderungen etc.
- Erforschung und Entwicklung von Datenmodellen und Kommunikationsstrukturen für ein künftiges intelligentes und autonomes MK.

### 8.2 Limitationen & Anmerkungen

Die Ergebnisse dieser Arbeit basieren in erster Linie auf den hier getroffenen Annahmen. Jede reale Veränderung der jeweiligen Annahmen verändert die Ergebnisse der Arbeit. Alle Annahmen wurden in dieser Arbeit eingehend erläutert, begründet und mit Quellen belegt. Dennoch können einzelne Kostenbausteine je Region oder Anbieter der entsprechenden Leistung unterschiedlich ausfallen.

Die in Kapitel 5 dargestellten Kostenstrukturen und Profitabilitäten beziehen sich explizit nicht auf die genannten Anbieter. Wenn beispielsweise von einer Profitabilität im Zusammenhang mit der Tarifstruktur von ShareNow gesprochen wird, bedeutet dies lediglich, dass auf Grundlage der getroffenen Annahmen zur generellen Kostenstruktur eines CS-Anbieters anhand der aktuellen Tarifstruktur des betreffenden Anbieters eine errechnete Profitabilität zustande kommt, um einen Eindruck der Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Angebote zu bekommen. Dies ist nicht gleichbedeutend mit einer konkreten auf einen Anbieter bezogenen Aussage zur Wirtschaftlichkeit seines Unternehmens.

Im Hinblick auf das vorgestellte MK sind alle infrastrukturellen Kosten einer Stadt, um das MK überhaupt zu befähigen exkludiert. Den Berechnungen des MKs liegt die Annahme zugrunde, dass diese Voraussetzungen geschaffen und als „sunk costs“ zu betrachten sind, also Kosten, die keinen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des MKs haben. Dennoch ist eine separate Untersuchung dieser Kosten und möglicher Synergieeffekte mit anderen Themenfeldern sinnvoll und wird in den Anmerkungen zum Forschungspotenzial genannt.

### **8.3 Sonstige Hinweise**

Das Experteninterview wurde mit Stadtmobil Karlsruhe am 14.09.2022 durchgeführt. Das Gespräch wurde für die Auswertung aufgezeichnet. Die Aufzeichnung wurde mit Abgabe dieser Masterthesis vernichtet. In Absprache mit Stadtmobil Karlsruhe wurde kein Transkript des Gesprächs angefertigt und an keiner Stelle der Arbeit explizit auf Angaben der Stadtmobil Karlsruhe hingewiesen. Alle Angaben, die diese Arbeit über Stadtmobil Karlsruhe enthält, stammen aus öffentlich zugänglichen Quellen. Weiterhin lassen sich anhand des EI-Leitfadens und getroffenen Annahmen in dieser Arbeit keine Rückschlüsse auf Stadtmobil Karlsruhe ziehen. Das Gespräch diente der Validierung der Ergebnisse dieser Arbeit.

Zum Abschluss der Arbeit wurden nochmals die Tarifstrukturen der verwendeten Anbieter auf ihre Aktualität hin geprüft. Der Anbieter Miles hat während der Anfertigung dieser Arbeit die Tarifstruktur verändert und die Preise für die Nutzung erhöht. Ebenso haben sich die Konditionen und Vorteile des Miles Passes verändert. Diese Veränderungen wurden nicht mehr in dieser Arbeit berücksichtigt.

Die meisten Berechnungen dieser Arbeit wurden mithilfe von Excel-Kalkulationen angefertigt. Errechnete Werte, die für Folgeberechnungen verwendet wurden, wurden per direktem Zellbezug verwendet. Somit wurde mit Werten gerechnet, die aus der Anwendung von Formeln resultieren und damit ggf. viele Nachkommastellen beinhalten. Die Angaben in den in dieser Arbeit dargestellten Tabellen und Grafiken stellen auf zwei oder drei

Nachkommastellen gerundete Werte dar. Somit kann es bei Nachrechnungen durch den oder die LeserIn zu Rundungsungenauigkeiten kommen.

Hinweis zu den Anhängen Anhang 15-14 bis Anhang 15-29: Aufgrund der differenzierten Szenarien-Betrachtung fallen diese Anhänge klein aus. Bei möglichen Schwierigkeiten der Lesbarkeit wird an dieser Stelle auf den beigelegten Datenträger verwiesen, der die Anhänge nochmals in größerer Form beinhaltet.

## 9 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit hat auf einer breiten thematischen Grundlage zu den Themenfeldern Mobilität in Deutschland, Carsharing und autonomes Fahren die Kosten für den Besitz eines Fahrzeugs sowie Nutzung von Carsharing-Angeboten heute untersucht und verglichen. Darüber hinaus wurde die theoretische Kostenstruktur von CS-Anbietern herausgearbeitet, auf deren Basis weiterführende Analysen zur Wirtschaftlichkeit heutiger CS-Angebote, Kostenveränderungen durch künftige Mobilitätskonzepte und Technologien sowie zur konkreten Ausgestaltung eines Geschäftsmodells durchgeführt wurden.

Durch entsprechende Vergleichsbetrachtungen konnte gezeigt werden, dass CS sich bereits heute für Nutzer bis zu einer JFL von 10.000 bis 15.000 Kilometern im Vergleich zum privaten PKW lohnt. Ebenso konnte gezeigt werden, dass sich Kosten- und Tarifstrukturen von CS-Angeboten durch neue Mobilitätskonzepte und autonomen Technologien signifikant reduzieren lassen und geteilte Mobilität so in Zukunft deutlich an Attraktivität gewinnen kann. Die jeweiligen Ergebnisse wurden qualitativ erläutert und quantitativ dargestellt.

Für die drängenden globalen Aufgaben insbesondere im Bereich Klima- und Umweltschutz, können MK wie in dieser Arbeit gezeigt, einen wertvollen Beitrag leisten, um im Verbund mit weiteren Anstrengungen wie beispielsweise der Wandel hin zur ausschließlich erneuerbar erzeugten Energieversorgung nachhaltige Mobilität zu realisieren und diese sowohl für Anbieter als auch für Nutzer attraktiv zu gestalten.

## 10 Nomenklatur

Index	Beschreibung
ABC	Activity Based Costing
ACS	Autonomes Carsharing
ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V.
AF	Autonomes Fahren
AI	Artificial Intelligence
AMoD	Autonomous Mobility on Demand
AV	Autonomous Vehicle
AVP	Autonomous Valet-Parking
B2B	Business-to-Business
B2C	Business-to-Customer
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BCS	Bundesverband CarSharing e.V.
BMF	Bundesministerium für Finanzen
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BNEF	Bloomberg New Energy Finance
C2X	Car-to-X-Kommunikation bzw. Vernetzung
CM	Cell Mobility
CS	Carsharing
D	Deutschland
DGPS	Differential-GPS
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
EB	Eigene Berechnung
EBIT	Earnings before interest and taxes
EI	Experteninterview
EV	Electric vehicle
FAST	Institut für Fahrzeugsystemtechnik am KIT
FCFS	First come, first serve

Index	Beschreibung
FF	free-floating
FFCS	Free-float Carsharing
FMFL	Frühjahresmonatsfahrleistung
h	Stunden
IBS	Internet based service
IoE	Internet of everything
IoT	Internet of things
IoV	Internet of vehicles
IRR	Internal rate of return (Interne Zinsfuß-Methode)
JFL	Jahresfahrleistung
KBA	Kraftfahrtbundesamt
KI	Künstliche Intelligenz
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
km	Kilometer
km/h	Kilometer pro Stunde
kWh	Kilowattstunde
LCC	Life-cycle costing
LiDAR	Light Detection and Ranging
MA	Mitarbeiter
MaaS	Mobility as a Service
MiD	Mobilität in Deutschland
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MK	Mobilitätskonzept
ML	Machine Learning
MoD	Mobility on Demand
MOP	Deutsches Mobilitätspanel
NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus
NPM	Non-Passenger-Mobility
NPV	Net present value
OH	Overhead

Index	Beschreibung
ÖPNV	Öffentlicher Personen-Nahverkehr
ÖV	Öffentliche(r) Verkehr / Verkehrsmittel
P2P	Peer-to-Peer
PHEV	Plug-in hybrid electric vehicle
PKW	Personenkraftwagen
ROS	Return on sales
SAE	Society of Automotive Engineers
SARV	Shared Autonomous Renewably-Energized Vehicles
SAV	Shared Autonomous Vehicles
SB	Stationsbasiert
SBCS	Stationsbasiertes Carsharing
SQ	Search Query
TCO	Total Cost of Ownership
TÜV	Technischer Überwachungsverein
USD	US-Dollar \$
V2E / V2X	Vehicle-to-Everything
V2I	Vehicle-to-Infrastructure
V2P	Vehicle-to-Pedestrian
V2V	Vehicle-to-vehicle
VDA	Verband der Automobilindustrie
WLTP	Worldwide harmonized Light Duty Test Procedure
ZBC	Zero-base costing

## 11 Quellenverzeichnis

Stadtmobil Karlsruhe, 2022: Experteninterview mit Stadtmobil Karlsruhe am 14.09.2022.

Bildquelle Titelblatt:

<https://www.zukunft-mobilitaet.net/170765/strassenverkehr/autonomes-fahren-chancen-und-herausforderungen-sae-level5/>.

iStock.com/josdim

## 12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1 Aufbau der Arbeit.....	3
Abbildung 2-1 Prozess Literaturanalyse nach [vSN 09, WeWa 02].....	5
Abbildung 2-2 Prozess zur Vorbereitung und Durchführung des Experteninterviews nach [BML 14].....	8
Abbildung 2-3 Übersicht Transaktionskosten in Anlehnung an [Bre 10, S. 29].....	10
Abbildung 2-4 Vergleich monetärer und wertbasierter TCO-Ansatz nach [Eil 95, S. 12f.] .....	11
Abbildung 3-1 Fahrzeugbesetzungsquote und -verfügbarkeit 2008 und 2022 in Anlehnung an [Hen 18, S. 109] .....	17
Abbildung 3-2 Mobilitätskennzahlen im Vergleich .....	28
Abbildung 3-3 Kommerzielle und private Nutzungsmöglichkeiten des PKWs nach [LeFr 15, S. 178].....	29
Abbildung 3-4 B2C Carsharing Differenzierung in Anlehnung an [ANM 22, S. 3].....	31
Abbildung 3-5 Übersicht SAE-Level in Anlehnung an [SAE 22] .....	42
Abbildung 3-6 Technische Kernkomponenten autonomer Fahrzeugsysteme in Anlehnung an [Hol 20, S. 11] .....	45
Abbildung 3-7 Arten der Fahrzeugvernetzung und -interaktion nach [PAT 21, S. 15] .....	50
Abbildung 4-1 Überblick der folgenden Kapitel .....	55
Abbildung 4-2 Grafische Vergleichsdarstellung der Fixkosten pro Fahrzeug .....	64
Abbildung 4-3 Grafische Vergleichsdarstellung der variablen Kosten pro Fahrzeug für eine JFL von 10.000 Kilometern.....	66
Abbildung 4-4 Grafische Darstellung TCO pro Jahr nach JFL .....	69
Abbildung 4-5 Grafische Darstellung TCO pro Kilometer nach JFL .....	70
Abbildung 4-6 TCO Vergleich Kompaktklasse (konv. Antriebe) .....	77
Abbildung 4-7 TCO Vergleich Kleinwagen (konv. Antriebe) .....	78
Abbildung 4-8 TCO Vergleich Kompaktklasse (elektr. Antriebe) .....	78
Abbildung 4-9 TCO Vergleich Kleinwagen (elektr. Antriebe).....	79
Abbildung 5-1 Grafische Darstellung der Profitabilität nach Fahrzeug, CS-Form und Auslastung .....	87
Abbildung 6-1 Säulen des Mobilitätskonzeptes.....	89
Abbildung 6-2 Darstellung der Kosteneinflüsse auf ein Fahrzeug der Kompaktklasse im MK (Level 5, rein urbaner Einsatz).....	97
Abbildung 6-3 Darstellung der Kosteneinflüsse auf ein Fahrzeug der Kompaktklasse im MK (Level 4, Einsatz außerhalb der Stadt möglich, keine Urbanisierung, keine Batteriereduktion) .....	98
Abbildung 6-4 Darstellung der Kosteneinflüsse auf ein Kleinfahrzeug im MK (Level 5, reine urbaner Einsatz).....	98
Abbildung 6-5 Veränderung der Personalkosten pro Fahrzeug im MK .....	99
Abbildung 6-6 Veränderung der Versicherungskosten für Kompakt- und Kleinfahrzeuge pro 10.000 Kilometer .....	100
Abbildung 6-7 Veränderungen der TÜV-Gebühren im MK.....	101
Abbildung 6-8 Veränderung der Parkgebühren im MK.....	101
Abbildung 6-9 Veränderung der Instandhaltungspauschale pro km .....	102
Abbildung 6-10 Veränderung der Energiekosten in € pro Kilometer im MK.....	103
Abbildung 6-11 Erreichbare Flottenreduktionen durch das MK [Kra 22a].....	106
Abbildung 7-1 Übersicht Ergebnisdiskussion .....	116
Abbildung 7-2 Entwicklung der Gesamtkosten pro Jahr für CS-Anbieter heute und MK-Anbieter .....	119
Abbildung 7-3 Entwicklung der Gesamtkosten pro Kilometer für CS-Anbieter heute und MK-Anbieter .....	120
Abbildung 7-4 Entwicklung der Gesamtkosten pro Minute für CS-Anbieter heute und MK-Anbieter .....	120
Abbildung 7-5 Anpassung des Minutentarifs CS-Anbieter heute und MK-Anbieter .....	121
Abbildung 7-6 Entwicklung der Profitabilität der CS-Anbieter und MK-Anbieter .....	121

## 13 Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1 Übersicht Datenbanken .....	5
Tabelle 2-2 Übersicht der jeweiligen themenbezogenen SQs.....	6
Tabelle 2-3 Varianten des EIs nach [BML 14, S. 23] .....	8
Tabelle 2-4 Übersicht ausgewählter Methoden der Wirtschaftlichkeitsberechnung [Voe 12, S. 345, Voe 12, S. 375] .....	13
Tabelle 2-5 Übersicht der Zahlungsströme .....	14
Tabelle 3-1 PKW-Bestandskennwerte für verschiedene Städte in Deutschland (D).....	18
Tabelle 3-2 Verkehrsleistung nach Verkehrsmittel [ECM 21, S. 36].....	19
Tabelle 3-3 Mobilitätskennzahlen pro Person MOP 2019 [ECM 21].....	22
Tabelle 3-4 Anteile Hauptverkehrsmittel nach regiostatischem Raumtyp [iDI 19a, S. 13] .....	24
Tabelle 3-5 Mobilitätskennzahlen pro Person MiD 2017 [iDI 19a].....	27
Tabelle 3-6 Mittlere Buchungsdauern und Fahrdistanz nach CS-Form [bcs 16, S. 2] .....	32
Tabelle 3-7 Marktdifferenzierung nach SB und FF Angeboten [bcs 22b, S. 2] .....	33
Tabelle 3-8 Anteile der EVs und PHEVs in der nationalen und der CS-Flotte in DE [bcs 22b, S. 3].....	34
Tabelle 3-9 Anbieterranking CS in Deutschland, Stand 01.01.2022 [bcs 22b, S. 2].....	34
Tabelle 3-10 CS-Privatfahrzeugersatzungsquote verschiedener Studien und Quellen .....	36
Tabelle 4-1 Entwicklung der Kraftstoffpreise (Benzin und Diesel) seit 2018 [All 22c] .....	60
Tabelle 4-2 Übersicht Annahmen zur Errechnung der Versicherungsprämie .....	61
Tabelle 4-3 Ableitung der mittleren Geschwindigkeitsannahme .....	62
Tabelle 4-4 Übersicht Fahrzeugdaten.....	63
Tabelle 4-5 Übersicht Fixkosten pro Jahr .....	63
Tabelle 4-6 Übersicht variable Kosten pro Jahr .....	65
Tabelle 4-7 Überblick TCO pro Jahr für die verschiedenen Fahrzeuge und JFL.....	67
Tabelle 4-8 Übersicht TCO pro Jahr, Monat, Tag sowie Kilometer und Minute .....	68
Tabelle 4-9 Übersicht der zeitlichen PKW-Nutzungsgrade in Abhängigkeit der JFL und mittleren Geschwindigkeit.....	69
Tabelle 4-10 Übersicht Startgebühren Stadtmobil Karlsruhe [Sta 22f] .....	71
Tabelle 4-11 Nutzungstarife Stadtmobil Karlsruhe [Sta 22f].....	71
Tabelle 4-12 Tarifstruktur Stadtfliiter von Stadtmobil Karlsruhe [Sta 22f] .....	72
Tabelle 4-13 Übersicht Startgebühren Stadtmobil Stuttgart [sta 22].....	72
Tabelle 4-14 Nutzungsgebühren Stadtmobil Stuttgart [sta 22] .....	73
Tabelle 4-15 Tarifübersicht ShareNow München [Sha 22b] .....	74
Tabelle 4-16 Nutzungstarife Miles Berlin [MIL 22].....	74
Tabelle 4-17 Theoretische Gesamtkosten pro Stunde für eine Buchung à 35 Kilometer.....	75
Tabelle 4-18 Überblick Kilometer- und Minutenkosten unterschiedlicher CS-Anbieter und Fahrzeugklassen für eine JFL von 10.000 Kilometern .....	76
Tabelle 5-1 Übersicht Personalkostenannahmen pro CS-Fahrzeug .....	83
Tabelle 5-2 Überblick der Fixkosten eines CS-Anbieters pro Fahrzeug pro Jahr .....	84
Tabelle 5-3 Überblick der variablen Kosten eines CS-Anbieters pro Fahrzeug, Kilometer und Jahr .....	85
Tabelle 5-4 Überblick Auswirkungen unterschiedlicher zeitlicher Auslastungen pro Fahrzeug .....	85
Tabelle 5-5 Profitabilitätsuntersuchung Golf 8, 15 % Auslastung.....	86
Tabelle 5-6 Übersicht der Profitabilität nach Fahrzeug, CS-Form und Auslastung.....	87
Tabelle 6-1 Identifizierte Kostenbausteine eines CS-Anbieters.....	94
Tabelle 6-2 Kostenreduktion aufgrund geringerer Batteriekapazitäten.....	97
Tabelle 6-3 Übersicht zur Ermittlung der Flottengröße.....	105
Tabelle 6-4 Nutzer pro Fahrzeug im MK.....	105
Tabelle 6-5 Kostenübersicht pro Fahrzeug.....	106
Tabelle 6-6 Operative Kosten pro Fahrzeug und Jahr .....	107
Tabelle 6-7 Gesamtkosten pro Fahrzeug und Jahr .....	108

---

Tabelle 6-8 Profitabilität pro Fahrzeug bei wie dargestellt definierten Nutzungstarifen pro Minute bzw. Kilometer .....	108
Tabelle 6-9 Wirtschaftlichkeitsanalyse I (Minutentarife) für Szenario 1, 1,5 Millionen mobile Personen und 10.000 Kilometern JFL .....	109
Tabelle 6-10 Wirtschaftlichkeitsanalyse I (Kilometertarife) für Szenario 1, 1,5 Millionen mobile Personen und 10.000 Kilometern JFL .....	110
Tabelle 6-11 Wirtschaftlichkeitsanalyse II (Minutentarife) für Szenario 1, 1,5 Millionen mobile Personen und 10.000 Kilometern JFL .....	110
Tabelle 6-12 Wirtschaftlichkeitsanalyse II (Kilometertarife) für Szenario 1, 1,5 Millionen mobile Personen und 10.000 Kilometern JFL .....	110
Tabelle 6-13 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung I (Minutentarife) für eine Annahme von Szenario 2 und tatsächlicher Nutzungsrate von 55 %.....	114
Tabelle 6-14 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung II (Minutentarife) für eine Annahme von Szenario 2 und tatsächlicher Nutzungsrate von 55 %.....	114
Tabelle 6-15 Grunddaten Privatfahrzeug im MK .....	115
Tabelle 6-16 Übersicht Kosten Privatfahrzeug im MK.....	115
Tabelle 6-17 Übersicht TCO Privatfahrzeug im MK .....	115
Tabelle 7-1 Kostenvergleich PKW Besitz und CS-Nutzung heute.....	117
Tabelle 7-2 Kostenvergleich PKW Besitz im MK und Nutzung des MKs .....	117
Tabelle 7-3 Kostenvergleich PKW Besitz heute und im MK.....	118
Tabelle 7-4 Kostenvergleich CS-Nutzung heute und Nutzung des MKs .....	118
Tabelle 7-5 Kostenvergleich PKW-Besitz heute und Nutzung des MKs.....	118
Tabelle 7-6 Kostenvergleich CS-Anbieter heute und im MK .....	119

## 14 Literaturverzeichnis

- [ABB 21] Amaral, A. et al.: Mobility as a Service (MaaS): Past and Present Challenges and Future Opportunities. In (Nathanail, E. G.; Adamos, G.; Karakikes, I. Hrsg.): Advances in Mobility-as-a-Service Systems. Proceedings of 5th Conference on Sustainable Urban Mobility, Virtual CSUM2020, June 17-19, 2020, Greece. Springer International Publishing; Imprint Springer, Cham, S. 220–229, 2021. 978-3-030-61074-6.
- [Ake 70] Akerlof, G. A.: The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism. *The Quarterly Journal of Economics* 3/84, S. 488, 1970.
- [All 22a] Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (ADAC): VW e-up! (01/20 - 09/20). <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/markenmodelle/vw/up/1generation-facelift/303767/#technische-daten>, Stand: 27.08.2022.
- [All 22b] Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (ADAC): VW ID.3 Pro (11/20 - 05/21). <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/markenmodelle/vw/id3/1generation/317597/#technische-daten>, Stand: 27.08.2022.
- [All 22c] Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (ADAC): Spritpreise Entwicklung: Benzin- und Dieselpreise seit 1950. <https://www.adac.de/verkehr/tanken-kraftstoff-antrieb/deutschland/kraftstoffpreisentwicklung/>, Stand: 16.07.2022.
- [All 22d] Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (ADAC): VW up! 1.0 (ab 08/20). <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/markenmodelle/vw/up/1generation-facelift/314296/#technische-daten>, Stand: 27.08.2022.
- [All 22e] Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (ADAC): Renault Twizy Life (inkl. Batterie) (L7e-CP) (ab 08/15). <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/markenmodelle/renault/twizy/1generation/250124/#technische-daten>, Stand: 11.09.2022.
- [All 22f] Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (ADAC): VW Golf 1.0 TSI (03/20 - 08/21). <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/markenmodelle/vw/golf/viii/311460/#technische-daten>, Stand: 27.08.2022.
- [All 22g] Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (ADAC): VW Golf 2.0 TDI SCR (01/20 - 09/20). <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/markenmodelle/vw/golf/viii/309960/#technische-daten>, Stand: 27.08.2022.
- [Amt 22a] Amt für Statistik Berlin-Brandenburg: 5 500 mehr Berlinerinnen und Berliner im Vergleich zum Jahresende 2020. <https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/031-2022>, Stand: 30.09.2022.
- [Amt 22b] Amt für Stadtentwicklung: Aktuelle Karlsruher Kennzahlen. <https://www.karlsruhe.de/mobilitaet-stadtbild/stadtentwicklung/statistik-und-zensus>, Stand: 30.09.2022.
- [ANM 22] Auer, S. et al.: Towards blockchain-IoT based shared mobility: Car-sharing and leasing as a case study. *Journal of Network and Computer Applications* 200, S. 103316, 2022.
- [AWR 17] Alonso-Mora, J.; Wallar, A.; Rus, D.: Predictive routing for autonomous mobility-on-demand systems with ride-sharing. In (IEEE Press Hrsg.): IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. IEEE, Piscataway, NJ, S. 3583–3590, 2017. 978-1-5386-2682-5.

- [Bar 21] Barron, L.: The Road to a Smarter Future: The Smart City, Connected Cars and Autonomous Mobility: 26th International Conference on Automation & Computing. System intelligence through automation & computing. [IEEE], [Piscataway, New Jersey], S. 1–6, 2021. 978-1-86043-557-7.
- [BBB 18] Bösch, P. M. et al.: Cost-based analysis of autonomous mobility services. *Transport Policy* 64, S. 76–91, 2018.
- [BCL 17] Bignami, D. F. et al.: Electric Vehicle Sharing Services for Smarter Cities. The Green Move Project for Milan: From Service Design to Technology Deployment. Springer International Publishing, Cham, 2017. 978-3-319-61963-7.
- [bcs 16] bcs Bundesverband CarSharing e.V.: Wirkung verschiedener CarSharing-Varianten auf Verkehr und Mobilitätsverhalten. Fact Sheet. [https://carsharing.de/sites/default/files/uploads/bcs\\_factsheet\\_3.pdf](https://carsharing.de/sites/default/files/uploads/bcs_factsheet_3.pdf), 2016.
- [bcs 20] bcs Bundesverband CarSharing e.V.: Verkehrsentlastung durch CarSharing. Fact Sheet. [https://www.carsharing.de/sites/default/files/uploads/bcs\\_factsheet20\\_verkehrsentlastung\\_0.pdf](https://www.carsharing.de/sites/default/files/uploads/bcs_factsheet20_verkehrsentlastung_0.pdf), 2020.
- [bcs 22a] bcs Bundesverband CarSharing e.V.: Geschichte. <https://carsharing.de/alles-ueber-carsharing/ist-carsharing/geschichte>, Stand: 13.06.2022.
- [bcs 22b] bcs Bundesverband CarSharing e.V.: CarSharing in Deutschland. Fact Sheet. [https://carsharing.de/sites/default/files/uploads/factsheet\\_carsharing\\_in\\_deutschland\\_2022\\_de.pdf](https://carsharing.de/sites/default/files/uploads/factsheet_carsharing_in_deutschland_2022_de.pdf), 2022.
- [bcs 22c] bcs Bundesverband CarSharing e.V.: Marktentwicklung CarSharing-Varianten. <https://carsharing.de/presse/fotos/zahlen-daten/marktentwicklung-carsharing-varianten>, Stand: 13.06.2022.
- [bcs 22d] bcs Bundesverband CarSharing e.V.: Elektromobilität und CarSharing. <https://carsharing.de/themen/elektromobilitat/elektromobilitat-carsharing>, Stand: 22.05.2022.
- [bcs 22e] bcs Bundesverband CarSharing e.V.: CarSharing-Definition des bcs. <https://carsharing.de/alles-ueber-carsharing/ist-carsharing/carsharing-definition-des-bcs>, Stand: 13.06.2022.
- [bcs 22f] bcs Bundesverband CarSharing e.V.: Einsatz-Szenarien für autonome Fahrzeuge im CarSharing. <https://carsharing.de/themen/autonomes-fahren/einsatz-szenarien-fuer-autonome-fahrzeuge-im-carsharing>, Stand: 21.05.2022.
- [bcs 22g] bcs Bundesverband CarSharing e.V.: Bis zu einer Fahrleistung von 10.000 Kilometern ist CarSharing auf jeden Fall günstiger. <https://carsharing.de/zu-fahrleistung-10000-kilometern-ist-carsharing-auf-jeden-fall-guenstiger>, Stand: 21.05.2022.
- [BJS 12] Burns, L. D.; Jordan, W. C.; Scarborough, B. A.: TRANSFORMING PERSONAL MOBILITY, New York, NY, 2012.
- [Blo 21] Bloomberg New Energy Finance (BNEF): Hitting the EV Inflection Point. Electric vehicle price parity and phasing out combustion vehicle sales in Europe Bloomberg Finance L.P. Hrsg. [https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/08/2021\\_05\\_05\\_Electric\\_vehicle\\_price\\_parity\\_and\\_adoption\\_in\\_Europe\\_Final.pdf](https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/08/2021_05_05_Electric_vehicle_price_parity_and_adoption_in_Europe_Final.pdf), 2021.
- [BML 14] Bogner, A.; Menz, W.; Littig, B.: Interviews mit Experten. Eine praxisorientierte Einführung. Springer VS, Wiesbaden, 2014. 978-3-53119-416-5.

- [Bre 10] Bremen, P.: Total Cost of Ownership. Kostenanalyse bei der globalen Beschaffung direkter Güter in produzierenden Unternehmen. Dissertation, Zürich, 2010.
- [Bro 04] Brook, D.: Carsharing - Start Up Issues and New Operational Models. TRB 2004 Annual Meeting, 2004.
- [Bun 00] Bundesministerium der Finanzen (BMF): AfA-Tabelle für die allgemein verwendbaren Anlagegüter (AfA-Tabelle "AV").  
[https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere\\_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/Ergaenzende-AfA-Tabellen/AfA-Tabelle\\_AV.html;jsessionid=88ACDEE9059C4D84D7793AFF325042A2](https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/Ergaenzende-AfA-Tabellen/AfA-Tabelle_AV.html;jsessionid=88ACDEE9059C4D84D7793AFF325042A2), Stand: 12.07.2022.
- [Bun 21] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK): Der Strompreis.  
<https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/strompreise-bestandteile.html>, Stand: 16.07.2022.
- [Bun 22] Bundesministerium der Finanzen (BMF): Kfz-Steuer-Rechner.  
[https://www.bundesfinanzministerium.de/Web/DE/Service/Apps\\_Rechner/KfzRechner/KfzRechner.html](https://www.bundesfinanzministerium.de/Web/DE/Service/Apps_Rechner/KfzRechner/KfzRechner.html), Stand: 30.09.2022.
- [BWS 16] Bogenberger, K. et al.: Entwicklung und Nutzungsstruktur von Carsharing-Systemen in Deutschland. In (Jacoby, C.; Wappelhorst, S. Hrsg.): Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien für eine nachhaltige Raumentwicklung. Akademie für Raumforschung und Landesplanung Leibniz-Forum für Raumwissenschaften, Hannover, S. 157–174, 2016. 978-3-88838-405-9.
- [CHE 22] CHECK24 Vergleichsportal für Kfz-Versicherungen GmbH: KFZ-Versicherungsvergleich.  
[https://www.check24.de/einsurance/pkw/berechnen/app.form;jsessionid=B2D653982680D6CDBAEE640CAAD329FA.ajp13-01-10?ct=J9fw2lz31JM&b2bp=OytHL2fEzKs&wp=18QXY-7PRZIxRq-GZ62cfA&ontimeout=GNeFeZCiEFY&skin=kugFUzXkkCfnVJOORowwGA&gtus=P2k\\_q\\_3ZntgDKZsvMjz8HpeKb5PJ4\\_VZ1I9a5e\\_PKwDqJyFnXQHRuA&cpr=0C6jPo0Kr-0wErpfPMGbig&fstu=6EYyjmsGuR\\_qJyFnXQHRuA&fstsrc=b2YLAXTINx8#/situationSection](https://www.check24.de/einsurance/pkw/berechnen/app.form;jsessionid=B2D653982680D6CDBAEE640CAAD329FA.ajp13-01-10?ct=J9fw2lz31JM&b2bp=OytHL2fEzKs&wp=18QXY-7PRZIxRq-GZ62cfA&ontimeout=GNeFeZCiEFY&skin=kugFUzXkkCfnVJOORowwGA&gtus=P2k_q_3ZntgDKZsvMjz8HpeKb5PJ4_VZ1I9a5e_PKwDqJyFnXQHRuA&cpr=0C6jPo0Kr-0wErpfPMGbig&fstu=6EYyjmsGuR_qJyFnXQHRuA&fstsrc=b2YLAXTINx8#/situationSection), Stand: 30.09.2022.
- [CoAn 12] Correia, G. H. d. A.; Antunes, A. P.: Optimization approach to depot location and trip selection in one-way carsharing systems. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 1/48, S. 233–247, 2012.
- [CoMo 16] Coppola, R.; Morisio, M.: Connected Car. *ACM Computing Surveys* 3/49, S. 1–36, 2016.
- [CSR 21] Carron, A. et al.: Scalable Model Predictive Control for Autonomous Mobility-on-Demand Systems. *IEEE Transactions on Control Systems Technology* 2/29, S. 635–644, 2021.
- [DaBo 19] Dandl, F.; Bogenberger, K.: Comparing Future Autonomous Electric Taxis With an Existing Free-Floating Carsharing System. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 6/20, S. 2037–2047, 2019.
- [Deu 22] Deutsche Bundesbank: Abzinsungszinssätze gemäß § 253 Abs. 2 HGB / 10-Jahresdurchschnitt Deutsche Bundesbank Hrsg.  
<https://www.bundesbank.de/resource/blob/650678/c5c1c116ec98c2e7228736ac9d28bf9d/mL/abzinsungszinssaetze-10jahre-data.pdf>, 2022.

- [DSS 12] Di Febbraro, A.; Sacco, N.; Saeednia, M.: One-Way Carsharing. Solving the Relocation Problem. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1/2319, S. 113–120, 2012.
- [ECM 21] Ecke, L. et al.: Deutsches Mobilitätspanel (MOP) – Wissenschaftliche Begleitung und Auswertungen Bericht 2020/2021: Alltagsmobilität und Fahrleistung, 2021.
- [EII 93] Ellram, L. M.: A Framework for Total Cost of Ownership. *The International Journal of Logistics Management* 2/4, S. 49–60, 1993.
- [EII 94] Ellram, L. M.: A Taxonomy of Total Cost of Ownership Models. *Journal of Business Logistics* 1/15, S. 171–191, 1994.
- [EII 95] Ellram, L. M.: Total cost of ownership. An analysis approach for purchasing. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 8/25, S. 4–23, 1995.
- [EISi 93] Ellram, L. M.; Siferd, S. P.: Purchasing: The Cornerstone of the Total Cost of Ownership Concept. *Journal of Business Logistics* 1/14, S. 163–184, 1993.
- [EISi 98] Ellram, L. M.; Siferd, S. P.: Total cost of ownership: a key concept in strategic cost management decisions. *Journal of Business Logistics*, 1998.
- [FaKo 18] Fagnant, D. J.; Kockelman, K. M.: Dynamic ride-sharing and fleet sizing for a system of shared autonomous vehicles in Austin, Texas. *Transportation* 1/45, S. 143–158, 2018.
- [Fan 13] Fan, W.: Management of Dynamic Vehicle Allocation for Carsharing Systems. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1/2359, S. 51–58, 2013.
- [FePI 02] Ferrin, B. G.; Plank, R. E.: Total Cost of Ownership Models: An Exploratory Study. *The Journal of Supply Chain Management* 3/38, S. 18–29, 2002.
- [FPB 17] Fournier, G. et al.: Individual mobility by shared autonomous electric vehicle fleets: Cost and CO<sub>2</sub> comparison with internal combustion engine vehicles in Berlin, Germany. In (Jardim-Gonçalves, R. Hrsg.): "Engineering, technology & innovation management beyond 2020: new challenges, new approaches". 2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC) conference proceedings. IEEE, Piscataway, NJ, S. 368–376, 2017. 978-1-5386-0774-9.
- [Fra 16] Franckx, L.: Future trends in mobility: the rise of the sharing economy and automated transport. [https://visazero2030.pt/wp-content/uploads/Future\\_trends\\_mobility\\_rise\\_sharing\\_economy\\_automated\\_transport.pdf](https://visazero2030.pt/wp-content/uploads/Future_trends_mobility_rise_sharing_economy_automated_transport.pdf), 2016.
- [FrWi 21] Fröndhoff, B.; Witsch, K.: Warum Lithium-Ionen-Batterien teurer bleiben als erhofft. *Handelsblatt*. <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/elektromobilitaet-warum-lithium-ionen-batterien-teurer-bleiben-als-erhofft/27664336.html>, 2021, Stand: 11.09.2022.
- [Gen 22] Generalzolldirektion: Kraftfahrzeugsteuer. [https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/Broschueren\\_Bestellservice/2018-03-29-zoll-kraftfahrzeugsteuer.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=9](https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/Broschueren_Bestellservice/2018-03-29-zoll-kraftfahrzeugsteuer.pdf?__blob=publicationFile&v=9), Stand: 15.07.2022.
- [GrSt 21] Groos, A.; Stolicna, Z.: Is CarSharing a profitable business model for automotive OEMs? *Littera Scripta* 1/14, S. 11–27, 2021.
- [GuDu 18] Gueriau, M.; Dusparic, I.: SAMoD: Shared Autonomous Mobility-on-Demand using Decentralized Reinforcement Learning: 2018 IEEE Intelligent

- Transportation Systems Conference. November 4-7, Maui, Hawaii. IEEE, Piscataway, NJ, S. 1558–1563, 2018. 978-1-7281-0321-1.
- [GYH 21] Gammelli, D. et al.: Graph Neural Network Reinforcement Learning for Autonomous Mobility-on-Demand Systems. <https://arxiv.org/pdf/2104.11434>, 2021.
- [HAC 16] Hanna, J. P. et al.: Minimum Cost Matching for Autonomous Carsharing. IFAC-PapersOnLine 15/49, S. 254–259, 2016.
- [Hen 18] Henzgen, P.: Volkswirtschaftliche Potentialanalyse vollautomatisierter und elektrischer Carsharing-Systeme am Beispiel Deutschlands. Dissertation, Bayreuth, 2018.
- [Her 14] Hering, E.: Investitions- und Wirtschaftlichkeitsrechnung für Ingenieure. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2014. 978-3-658-07254-4.
- [Hol 20] Holz, A.: Akzeptanz und Versicherbarkeit autonom fahrender Automobile – Ein Weg in eine unfallfreie Zukunft? Dissertation, Karlsruhe, 2020.
- [HoSa 13] Holdenried, E.; Sauer, I.: Anbieter-Vergleich Carsharing: So funktioniert es. AUTO BILD. <https://www.autobild.de/artikel/carsharing-anbieter-im-vergleich-4329040.html>, 2013, Stand: 10.05.2022.
- [Hub 21] Hubik, F.: Daimler erhält Level-3-Freigabe: S-Klasse fährt teils autonom. Handelsblatt. <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/autonomes-fahren-daimler-erhaelt-level-3-freigabe-s-klasse-darf-autonom-auf-autobahnen-fahren/27877760.html>, 2021, Stand: 07.06.2022.
- [HuHo 22] Hubik, F.; Hofer, J.: Techkonzerne saugen die Gewinne von Mercedes, BMW & VW auf. Handelsblatt. <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/nvidia-google-amazon-machtprobe-in-der-autoindustrie-techkonzerne-saugen-die-gewinne-von-mercedes-bmw-und-vw-auf/28072096.html>, 2022, Stand: 07.06.2022.
- [iDI 19a] infas et al.: Mobilität in Deutschland – MiD. Kurzreport. <http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/publikationen2017.html>, 2019.
- [iDI 19b] infas et al.: Mobilität in Deutschland - MiD. Kurzreport Europäische Metropolregion Stuttgart. <https://www.region-stuttgart.org/index.php?elD=dumpFile&t=f&f=8081&token=cb093f89526e2e4e40ad4820aa6e08386416d8f0>, 2019.
- [JCB 14] Jorge, D.; Correia, G. H. A.; Barnhart, C.: Comparing Optimal Relocation Operations With Simulated Relocation Policies in One-Way Carsharing Systems. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 4/15, S. 1667–1675, 2014.
- [JFE 20] Jochem, P. et al.: Does free-floating carsharing reduce private vehicle ownership? The case of SHARE NOW in European cities. Transportation Research Part A: Policy and Practice 141, S. 373–395, 2020.
- [JSS 15] Jonuschat, H.; Stephan, K.; Schelewsky, M.: Understanding Multimodal and Intermodal Mobility. In (Attard, M.; Shifan, Y. Hrsg.): Sustainable urban transport. Emerald Group, Bingley, S. 149–176, 2015. 978-1-78441-616-4.
- [KCM 09] Kek, A. G. et al.: A decision support system for vehicle relocation operations in carsharing systems. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 1/45, S. 149–158, 2009.
- [Kra 17] Kraftfahrtbundesamt (KBA): Pressemitteilungen - Der Fahrzeugbestand am 1. Januar 2017 - korrigierte Fassung. [https://www.kba.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Fahrzeugbestand/2017/pm6\\_f](https://www.kba.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Fahrzeugbestand/2017/pm6_f)

- z\_bestand\_pm\_komplett\_korr.html;jsessionid=9441F7FF6AA6E78CEB99FB5962715985.live21324, Stand: 16.09.2022.
- [Kra 21] Kraftfahrtbundesamt (KBA): Inländerfahrleistung.  
[https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk\\_inlaenderfahrleistung/2020/2020\\_vk\\_kurzbericht.html?fromStatistic=3517388&fromStatistic=3517388&yearFilter=2020&yearFilter=2020](https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk_inlaenderfahrleistung/2020/2020_vk_kurzbericht.html?fromStatistic=3517388&fromStatistic=3517388&yearFilter=2020&yearFilter=2020), Stand: 23.06.2022.
- [Kra 22a] Kraftfahrtbundesamt (KBA): Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken, 1. Januar 2022 (FZ 1).  
[https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Motorisierung/motorisierung\\_node.html;jsessionid=F1311720DC2144635D1A23684D7E1FEE.live21302](https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Motorisierung/motorisierung_node.html;jsessionid=F1311720DC2144635D1A23684D7E1FEE.live21302), Stand: 24.06.2022.
- [Kra 22b] Kraftfahrtbundesamt (KBA): Fahrzeugbestand in Deutschland.  
[https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/bestand\\_node.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/bestand_node.html), Stand: 12.06.2022.
- [Kra 22c] Kraftfahrtbundesamt (KBA): Fahrzeugzulassungen (FZ), Bestand an Personenkraftwagen und Krafträdern nach Marken oder Herstellern, 1. Januar 2022.  
[https://www.kba.de/SharedDocs/Downloads/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ17/fz17\\_2022.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.kba.de/SharedDocs/Downloads/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ17/fz17_2022.pdf?__blob=publicationFile&v=4), 2022.
- [Kro 21] Kroher, T.: WLTP statt NEFZ: So funktioniert das neue Messverfahren.  
<https://www.adac.de/verkehr/abgas-diesel-fahrverbote/abgasnorm/wltp-messverfahren/>, Stand: 16.07.2022.
- [KrRu 22] Kroher, T.; Rudschies, W.: Autonomes Fahren: So fahren wir in Zukunft.  
<https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/ausstattung-technik-zubehoer/autonomes-fahren/technik-vernetzung/aktuelle-technik/>, Stand: 05.06.2022.
- [KSF 21] Kost, C. et al.: Studie: Stromgestehungskosten erneuerbare Energien Fraunhofer-Institut für solare Energiesysteme (ISE) Hrsg.  
<https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.html>, 2021.
- [Kun 16] Kuntz, M.: Carsharing wächst schnell - zu schnell für die Politik. Süddeutsche Zeitung. <https://www.sueddeutsche.de/auto/alternatives-mobilitaetskonzept-carsharing-waechst-schnell-zu-schnell-fuer-die-politik-1.3065801-2>, 2016, Stand: 04.06.2022.
- [LeFr 15] Lenz, B.; Fraedrich, E.: Neue Mobilitätskonzepte und autonomes Fahren: Potenziale der Veränderung. In (Maurer, M. et al. Hrsg.): Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, S. 175–196, 2015. 978-3-662-45853-2.
- [LLM 13] Lebeau, K. et al.: How expensive are electric vehicles? A total cost of ownership analysis: World Electric Vehicle Symposium and Exposition (EVS 27), 2013. Barcelona, Spain, 17 - 20 Nov. 2013. IEEE, Piscataway, NJ, S. 1–12, 2013. 978-1-4799-3832-2.
- [Mai 17] Maier, F.: Autokauf - Wie viel Rabatt ist beim Neuwagen drin? Süddeutsche Zeitung. <https://www.sueddeutsche.de/auto/autokauf-wie-viel-rabatt-ist-beim-neuwagen-drin-1.2173394>, 2017, Stand: 25.09.2022.
- [Mau 15] Maurer, M.: Einleitung. In (Maurer, M. et al. Hrsg.): Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 2015. 978-3-662-45853-2.

- [MHU 15] Măciucă, G.; Hlaciuc, E.; Ursache, A.: The Role of Prudence in Financial Reporting: IFRS versus Directive 34. *Procedia Economics and Finance* 32, S. 738–744, 2015.
- [MIL 22] MILES Mobility GmbH: FAQ – MILES Help Center. <https://support.miles-mobility.com/hc/de/categories/360002670840>, Stand: 19.07.2022.
- [MRC 20] Marc Schelewsky; Robert Follmer; Christian Dickmann: CO2-Fußabdrücke im Alltagsverkehr. Datenauswertung auf Basis der Studie Mobilität in Deutschland Umweltbundesamt Deutschland Hrsg., 2020.
- [MSL 10] Martin, E.; Shaheen, S. A.; Lidicker, J.: Impact of Carsharing on Household Vehicle Holdings. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1/2143, S. 150–158, 2010.
- [NaKo 21] Nansubuga, B.; Kowalkowski, C.: Carsharing: a systematic literature review and research agenda. *Journal of Service Management* 6/32, S. 55–91, 2021.
- [Osm 22] Osman, Y.: Firmenkredite: Doppelter Zinsschock – Höchster Anstieg seit 20 Jahren. *Handelsblatt*. <https://www.handelsblatt.com/finanzen/banken-versicherungen/banken/unternehmensfinanzierung-doppelter-zinsschock-fuer-firmenkredite-hoechster-anstieg-seit-20-jahren/28233566.html>, 2022, Stand: 24.07.2022.
- [PAT 21] Paiva, S. et al.: Enabling Technologies for Urban Smart Mobility: Recent Trends, Opportunities and Challenges. *Sensors (Basel, Switzerland)* 6/21, 2021.
- [Pav 15] Pavone, M.: Autonomous Mobility-on-Demand Systems for Future Urban Mobility. In (Maurer, M. et al. Hrsg.): *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, S. 399–416, 2015. 978-3-662-45853-2.
- [PaYu 21] Park, S.; Yu, W.: Analysis of system parameters for one-way carsharing systems. *Transportation Letters*, S. 1–11, 2021.
- [PPT 20] Polydoropoulou, A.; Pagoni, I.; Tsirimpa, A.: Ready for Mobility as a Service? Insights from stakeholders and end-users. *Travel Behaviour and Society* 21, S. 295–306, 2020.
- [PSM 18] Pangbourne, K. et al.: The Case of Mobility as a Service: A Critical Reflection on Challenges for Urban Transport and Mobility Governance. In (Marsden, G.; Reardon, L. Hrsg.): *Governance of the Smart Mobility Transition*. Emerald Publishing Limited, Bingley, S. 33–48, 2018. 978-1-78754-320-1.
- [Rid 17] Rid, W.: *Carsharing in Deutschland. Potenziale und Herausforderungen, Geschäftsmodelle und Elektromobilität*. Vieweg, Wiesbaden, 2017. 978-3-658-15905-4.
- [Rit 18] Ritz, J.: *Autonomes Carsharing – Das Ende vom Privatauto?: Mobilitätswende – autonome Autos erobern unsere Straßen. Ressourcenverbrauch, Ökonomie und Sicherheit*. Springer, Wiesbaden, S. 101–117, 2018.
- [RKS 17] Rudolph, F.; Koska, T.; Schneider, C.: *Verkehrswende fuer Deutschland. Der Weg zu CO2-freier Mobilitaet bis 2035*. <https://www.greenpeace.de/sites/default/files/publications/20170830-greenpeace-kursbuch-mobilitaet-kurzfassung.pdf>, 2017.
- [Rob 22] Robert Bosch GmbH: Automated Valet Parking – schnell, sicher, fahrerlos. <https://www.bosch.com/de/stories/automated-valet-parking/>, Stand: 03.07.2022.
- [Rüh 19] Rühl, C.: *Markteintrittsentscheidung im stationsungebundenen Carsharing – Identifikation der relevanten Einflussfaktoren und Ableitung eines*

- Selektionsverfahrens für die Zielmarktentscheidung. Dissertation. University of Bamberg Press, Bamberg, 2019.
- [SaAI 19] Santos, G. G. D.; Almeida Correia, G. H. de: Finding the relevance of staff-based vehicle relocations in one-way carsharing systems through the use of a simulation-based optimization tool. *Journal of Intelligent Transportation Systems* 6/23, S. 583–604, 2019.
- [SAE 22] Society of Automotive Engineers (SAE) J3016, Automated Driving. [https://www.sae.org/binaries/content/assets/cm/content/news/press-releases/pathway-to-autonomy/automated\\_driving.pdf](https://www.sae.org/binaries/content/assets/cm/content/news/press-releases/pathway-to-autonomy/automated_driving.pdf).
- [SBU 20] Seuwou, P.; Banissi, E.; Ubakanma, G.: The Future of Mobility with Connected and Autonomous Vehicles in Smart Cities. In (Farsi, M. Hrsg.): *Digital Twin Technologies and Smart Cities*. Springer International Publishing AG, Cham, S. 37–52, 2020. 978-3-030-18731-6.
- [Sch 22] Schmitt, A.: EU Energy Outlook 2050: Wie entwickelt sich der europäische Strommarkt in den nächsten 30 Jahren? - Energy BrainBlog. <https://blog.energybrainpool.com/eu-energy-outlook-2050-wie-entwickelt-sich-der-europaeische-strommarkt-in-den-naechsten-30-jahren/>, Stand: 14.08.2022.
- [Sha 22a] Share Now GmbH: FAQ - Häufig gestellte Fragen | SHARE NOW Deutschland. <https://www.share-now.com/de/de/faq/>, Stand: 18.07.2022.
- [Sha 22b] Share Now GmbH: Preise: Minuten-, Stunden- und Tagesstarife | München. <https://www.share-now.com/de/de/pricing-munich/>, Stand: 18.07.2022.
- [Sha 22c] Share Now GmbH: Über uns | SHARE NOW Carsharing. <https://www.share-now.com/de/de/about-us/>, Stand: 18.07.2022.
- [Sha 22d] Share Now GmbH: Share Now: Facts and Figures. <https://share-now.assetbank-server.com/assetbank-share-now/action/viewAsset?id=9961&index=5&total=8&view=viewSearchItem>, Stand: 18.07.2022.
- [sta 18] stadtmobil carsharing AG: Informationen zur Kapitalerhöhung. [https://stuttgart.stadtmobil.de/media/user\\_upload/bilder\\_grafiken/stuttgart/aktuelle\\_s/2018ErlaeuterungenZurKapitalerhoehung\\_3.pdf](https://stuttgart.stadtmobil.de/media/user_upload/bilder_grafiken/stuttgart/aktuelle_s/2018ErlaeuterungenZurKapitalerhoehung_3.pdf), 2018.
- [Sta 19] Statistisches Bundesamt (Destatis): Straßenverkehr: EU-weite CO2--Emissionen seit 1990 um 29 % gestiegen. [https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Umwelt-Energie/CO2\\_Strassenverkehr.html](https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Umwelt-Energie/CO2_Strassenverkehr.html), Stand: 21.09.2022.
- [sta 22] stadtmobil carsharing AG: Preise & Tarife - stadtmobil Stuttgart. <https://stuttgart.stadtmobil.de/privatkunden/preise-tarife/>, Stand: 18.07.2022.
- [Sta 22a] Statista: Lithium-Ionen-Batterien - Kosten pro kWh bis 2025 | Statista. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/534429/umfrage/weltweite-preise-fuer-lithium-ionen-akkus/>, Stand: 11.09.2022.
- [Sta 22b] Statistisches Amt München: Bevölkerungsbestand in München Januar 2022. [https://stadt.muenchen.de/dam/jcr:8f0a7899-56b3-4945-9c98-ffdf20b390/bev\\_stand\\_01.pdf](https://stadt.muenchen.de/dam/jcr:8f0a7899-56b3-4945-9c98-ffdf20b390/bev_stand_01.pdf), Stand: 30.09.2022.
- [Sta 22c] Statistisches Amt der Landeshauptstadt Stuttgart: Informationen zur Einwohnerentwicklung August 2022. [https://www.domino1.stuttgart.de/web/komunis/komunissde.nsf/fc223e09e4cb691ac125723c003bfb31/4e6620005e228f76c12584d300483532/\\$FILE/bs701\\_.PDF](https://www.domino1.stuttgart.de/web/komunis/komunissde.nsf/fc223e09e4cb691ac125723c003bfb31/4e6620005e228f76c12584d300483532/$FILE/bs701_.PDF), Stand: 30.09.2022.

- [Sta 22d] Stadtmobil CarSharing GmbH & Co. KG: Über stadtmobil - stadtmobil Karlsruhe. <https://karlsruhe.stadtmobil.de/stadtmobil/ueber-stadtmobil/>, Stand: 25.09.2022.
- [Sta 22e] Statistisches Bundesamt (Destatis): Bevölkerung nach Nationalität und Geschlecht. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/zensus-geschlecht-staatsangehoerigkeit-2021.html>, Stand: 21.06.2022.
- [Sta 22f] Stadtmobil CarSharing GmbH & Co. KG: Preise & Tarife - Stadtmobil Karlsruhe. <https://karlsruhe.stadtmobil.de/privatkunden/preise-tarife/>, Stand: 18.07.2022.
- [Sta 22g] Stadt Karlsruhe: Bürgerdienste: Bewohnerparkausweis beantragen. <https://web1.karlsruhe.de/service/Buergerdienste/leistung.php?id=6002521>, Stand: 30.09.2022.
- [TÜV 22] TÜV Süd AG: Gebühren/Preise für Hauptuntersuchung, Abgasuntersuchung, Nachuntersuchung. <https://www.tuvsud.com/de-de/branchen/mobilitaet-und-automotive/hauptuntersuchung/gebuehren>, Stand: 16.07.2022.
- [TWB 18] Tart, S. et al.: Analysis of business models for car sharing. <http://stars-h2020.eu/wp-content/uploads/2019/06/STARS-D3.1.pdf>, 2018.
- [Umw 22] Umweltbundesamt Deutschland: Pkw-Bestand nach Segmenten. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeugbestand#stark-steigende-tendenz-bei-suvs-und-gelandewagen>, Stand: 22.06.2022.
- [Ver 19] Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA): Position. Die Rolle des Autos im Verkehrssystem der Zukunft – politischer Handlungsbedarf zur Stärkung neuer Mobilitätskonzepte. <https://www.vda.de/de/themen/digitalisierung/mobility-as-a-service/carsharing>, 2019.
- [Ver 22a] Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA): Automatisiertes Fahren | VDA. <https://www.vda.de/de/themen/digitalisierung/automatisiertes-fahren>, Stand: 21.05.2022.
- [Ver 22b] Verbraucherzentrale.de: Kfz-Versicherung: Pflicht für alle Halter von Kraftfahrzeugen | Verbraucherzentrale.de. <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/geld-versicherungen/weitere-versicherungen/kfzversicherung-pflicht-fuer-alle-halter-von-kraftfahrzeugen-13890>, Stand: 15.07.2022.
- [Voe 12] Voegele, A.: Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung für Ingenieure. Kostenmanagement im Engineering. Hanser Verlag, München, 2012. 9783446429758.
- [vSN 09] vom Brocke, J. et al.: Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process, 2009.
- [WeWa 02] Webster, J.; Watson, R. T.: Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. MIS Quarterly 2/26, S. 13–23, 2002.
- [WWG 15] Wachenfeld, W. et al.: Use Cases des autonomen Fahrens. In (Maurer, M. et al. Hrsg.): Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 2015. 978-3-662-45853-2.
- [ZLP 22] Zardini, G. et al.: Analysis and Control of Autonomous Mobility-on-Demand Systems. Annual Review of Control, Robotics, and Autonomous Systems 1/5, 2022.

## 15 Anhang

### Allgemein

Marke	VW
Modell	Golf 1.0 TSI
Baureihe	Golf (VIII) (ab 12/19)
Herstellerinterne Baureihenbezeichnung	CD
KFZ-Steuer ohne Befreiung/Jahr (kann durch WLTP abweichen)	73 Euro
CO <sub>2</sub> -Effizienzklasse	A
Grundpreis	22960 Euro

### Motor & Antrieb

Motorart	Otto
Leistung maximal in kW (Systemleistung)	81
Leistung maximal in PS (Systemleistung)	110
Drehmoment (Systemleistung)	200 Nm
Kraftstoffart	Super
Antriebsart	Front
Getriebeart	Schaltgetriebe
Anzahl Gänge	6
Schadstoffklasse	Euro 6d-ISC-FCM (WLTP) 36AP-AR
Einbauposition / Motorbauart (Verbrennungsmotor)	Frontmotor / Reihe
Abgasreinigung (Verbrennungsmotor)	Otto-Partikelfilter
Anzahl Zylinder (Verbrennungsmotor)	3
Gemischaufbereitung (Verbrennungsmotor)	Direkteinspritzung
Aufladung (Verbrennungsmotor)	Turbo
Anzahl Ventile (Verbrennungsmotor)	4
Hubraum (Verbrennungsmotor)	999 ccm
Leistung / Drehmoment (Verbrennungsmotor)	81 kW (110 PS) / 200 Nm
Leistung maximal bei U/min. (Verbrennungsmotor)	5000 U/min
Drehmoment maximal bei U/min. (Verbrennungsmotor)	2000 U/min

### Messwerte Hersteller

Beschleunigung 0-100km/h	10,2 s
Höchstgeschwindigkeit	202 km/h
Fahrgeräusch	69 dB
Verbrauch Innerorts (NEFZ)	5,6 l/100 km
Verbrauch Außerorts (NEFZ)	4,0 l/100 km
Verbrauch Gesamt (NEFZ)	4,6 l/100 km
CO <sub>2</sub> -Wert (NEFZ)	106 g/km
Verbrauch Kurzstrecke (WLTP)	7,0 l/100 km
Verbrauch Stadtrand (WLTP)	5,3 l/100 km
Verbrauch Landstraße (WLTP)	4,6 l/100 km
Verbrauch Autobahn (WLTP)	5,4 l/100 km
Verbrauch kombiniert (WLTP)	5,3 l/100 km
CO <sub>2</sub> -Wert kombiniert (WLTP)	121 g/km
Tankgröße	45,0 l

Anhang 15-1 Fahrzeugdatenblatt VW Golf 1,0 TSI [All 22f]

**Allgemein**

Marke	VW
Modell	Golf 2.0 TDI SCR
Baureihe	Golf (VIII) (ab 12/19)
Herstellerinterne Baureihenbezeichnung	CD
KFZ-Steuer ohne Befreiung/Jahr (kann durch WLTP abweichen)	220 Euro
CO2-Effizienzklasse	A+
Grundpreis	25374 Euro

**Motor & Antrieb**

Motorart	Diesel
Leistung maximal in kW (Systemleistung)	85
Leistung maximal in PS (Systemleistung)	115
Drehmoment (Systemleistung)	300 Nm
Kraftstoffart	Diesel
Antriebsart	Front
Getriebeart	Schaltgetriebe
Anzahl Gänge	6
Schadstoffklasse	Euro 6d-TEMP-EVAP-ISC (WLTP) 36CH, 36CI, 36DG
Einbauposition / Motorbauart (Verbrennungsmotor)	Frontmotor / Reihe
Abgasreinigung (Verbrennungsmotor)	SCR-Kat mit DPF
Anzahl Zylinder (Verbrennungsmotor)	4
Gemischaufbereitung (Verbrennungsmotor)	Common Rail
Aufladung (Verbrennungsmotor)	Turbo
Anzahl Ventile (Verbrennungsmotor)	4
Hubraum (Verbrennungsmotor)	1968 ccm
Leistung / Drehmoment (Verbrennungsmotor)	85 kW (115 PS) / 300 Nm
Leistung maximal bei U/min. (Verbrennungsmotor)	3250 U/min
Drehmoment maximal bei U/min. (Verbrennungsmotor)	1600 U/min

**Messwerte Hersteller**

Beschleunigung 0-100km/h	10,2 s
Höchstgeschwindigkeit	202 km/h
Fahrgeräusch	68 dB
Verbrauch Innerorts (NEFZ)	4,1 l/100 km
Verbrauch Außerorts (NEFZ)	3,2 l/100 km
Verbrauch Gesamt (NEFZ)	3,5 l/100 km
CO2-Wert (NEFZ)	93 g/km
Verbrauch Kurzstrecke (WLTP)	5,0 l/100 km
Verbrauch Stadtrand (WLTP)	4,1 l/100 km
Verbrauch Landstraße (WLTP)	3,7 l/100 km
Verbrauch Autobahn (WLTP)	4,4 l/100 km
Verbrauch kombiniert (WLTP)	4,2 l/100 km
CO2-Wert kombiniert (WLTP)	110 g/km
Tankgröße	45,0 l
Füllmenge AdBlue-Behälter	12,0 l

*Anhang 15-2 Fahrzeugdatenblatt VW Golf 2,0 TDI [All 22g]*

**Allgemein**

Marke	VW
Modell	ID.3 Pro (58 kWh)
Baureihe	ID.3 (ab 09/20)
Herstellerinterne Baureihenbezeichnung	E1
KFZ-Steuer ohne Befreiung/Jahr (kann durch WLTP abweichen)	68 Euro
CO2-Effizienzklasse	A+
Grundpreis	34995 Euro

**Motor & Antrieb**

Motorart	Elektro
Leistung maximal in kW (Systemleistung)	107
Leistung maximal in PS (Systemleistung)	145
Drehmoment (Systemleistung)	275 Nm
Nennleistung in kW	70
Kraftstoffart	Strom
Antriebsart	Heck
Getriebeart	Reduktionsgetriebe
Anzahl Gänge	1
Schadstoffklasse	Elektrofahrzeug
Einbauposition / Motorbauart (Elektromotor 1)	Hinterachse / Permanentmagnet-Synchronmaschine (PSM)
Leistung / Drehmoment (Elektromotor 1)	107 kW (145 PS) / 275 Nm

**Messwerte Hersteller**

Beschleunigung 0-100km/h	9,6 s
Höchstgeschwindigkeit	160 km/h
Fahrgeräusch	68 dB
Verbrauch Gesamt (NEFZ)	13,4 kWh/100 km
CO2-Wert (NEFZ)	0 g/km
Verbrauch kombiniert (WLTP)	15,4 kWh/100 km
CO2-Wert kombiniert (WLTP)	0 g/km
Reichweite WLTP (elektrisch)	426 km
Speichertechnik (z.B. Lithiumionen, Feststoff etc.)	Lithium
Batteriekapazität (Brutto) in kWh	62
Batteriekapazität (Netto) in kWh	58
Batteriegewicht (Elektro- und PlugIn-Hybrid)	364 kg
Ladeanschlussposition	Beifahrerseite hinten
AC-Ladeanschluss am Fahrzeug	Typ 2
DC-Schnell-Ladeanschluss am Fahrzeug	CCS
AC-Ladefunktion	1-phasig,3-phasig
Ladeleistung (kW)	AC:7,2-11,0 DC:100,0
Ladezeiten	100%: 570 min. (AC 1-phasig Wallbox/Ladesäule 7,2 kW), 375 min. (AC 3-phasig Wallbox/Ladesäule 11,0 kW); 80%: 35 min. (DC Ladesäule 100,0 kW)

*Anhang 15-3 Fahrzeugdatenblatt VW Golf ID.3 [All 22b]*

**Allgemein**

Marke	VW
Modell	up! 1.0
Baureihe	up! (ab 06/16)
Herstellerinterne Baureihenbezeichnung	AA
KFZ-Steuer ohne Befreiung/Jahr (kann durch WLTP abweichen)	60 Euro
CO2-Effizienzklasse	B
Grundpreis	14555 Euro

**Motor & Antrieb**

Motorart	Otto
Leistung maximal in kW (Systemleistung)	48
Leistung maximal in PS (Systemleistung)	65
Drehmoment (Systemleistung)	91 Nm
Kraftstoffart	Super
Antriebsart	Front
Getriebeart	Schaltgetriebe
Anzahl Gänge	5
Schadstoffklasse	Euro 6d-ISC-FCM (WLTP) 36AP-AR
Einbauposition / Motorbauart (Verbrennungsmotor)	Frontmotor / Reihe
Abgasreinigung (Verbrennungsmotor)	geregelt
Anzahl Zylinder (Verbrennungsmotor)	3
Gemischaufbereitung (Verbrennungsmotor)	Einspritzung
Anzahl Ventile (Verbrennungsmotor)	4
Hubraum (Verbrennungsmotor)	999 ccm
Leistung / Drehmoment (Verbrennungsmotor)	48 kW (65 PS) / 91 Nm
Leistung maximal bei U/min. (Verbrennungsmotor)	5000 U/min
Drehmoment maximal bei U/min. (Verbrennungsmotor)	2950 U/min

**Messwerte Hersteller**

Beschleunigung 0-100km/h	15,6 s
Höchstgeschwindigkeit	163 km/h
Fahrgeräusch	68 dB
Verbrauch Innerorts (NEFZ)	5,2 l/100 km
Verbrauch Außerorts (NEFZ)	3,8 l/100 km
Verbrauch Gesamt (NEFZ)	4,3 l/100 km
CO2-Wert (NEFZ)	98 g/km
Verbrauch Kurzstrecke (WLTP)	6,2 l/100 km
Verbrauch Stadtrand (WLTP)	4,6 l/100 km
Verbrauch Landstraße (WLTP)	4,4 l/100 km
Verbrauch Autobahn (WLTP)	5,6 l/100 km
Verbrauch kombiniert (WLTP)	5,1 l/100 km
CO2-Wert kombiniert (WLTP)	115 g/km
Tankgröße	35,0 l

Anhang 15-4 Fahrzeugdatenblatt VW Up! [All 22d]

**Allgemein**

Marke	VW
Modell	e-up!
Baureihe	up! e-up! (08/16 - 06/22)
Herstellerinterne Baureihenbezeichnung	AA
KFZ-Steuer ohne Befreiung/Jahr (kann durch WLTP abweichen)	45 Euro
CO2-Effizienzklasse	A+
Grundpreis	21421 Euro

**Motor & Antrieb**

Motorart	Elektro
Leistung maximal in kW (Systemleistung)	61
Leistung maximal in PS (Systemleistung)	83
Drehmoment (Systemleistung)	212 Nm
Nennleistung in kW	61
Kraftstoffart	Strom
Antriebsart	Front
Getriebeart	Reduktionsgetriebe
Anzahl Gänge	1
Schadstoffklasse	Elektrofahrzeug
Einbauposition / Motorbauart (Elektromotor 1)	Vorderachse / Permanentmagnet-Synchronmaschine (PSM)
Leistung / Drehmoment (Elektromotor 1)	61 kW (83 PS) / 212 Nm

**Messwerte Hersteller**

Beschleunigung 0-100km/h	11,9 s
Höchstgeschwindigkeit	130 km/h
Fahrgeräusch	68 dB
Verbrauch Gesamt (NEFZ)	12,7 kWh/100 km
CO2-Wert (NEFZ)	0 g/km
Verbrauch kombiniert (WLTP)	14,5 kWh/100 km
CO2-Wert kombiniert (WLTP)	0 g/km
Reichweite WLTP (elektrisch)	258 km
Speichertechnik (z.B. Lithiumionen, Feststoff etc.)	Lithium
Batteriekapazität (Brutto) in kWh	36,8
Batteriekapazität (Netto) in kWh	32,3
Batteriegewicht (Elektro- und PlugIn-Hybrid)	n.b.
Ladeanschlussposition	Beifahrerseite hinten
AC-Ladeanschluss am Fahrzeug	Typ 2
DC-Schnell-Ladeanschluss am Fahrzeug	CCS (Aufpreis: 609 Euro)
AC-Ladefunktion	1-phasig
Ladeleistung (kW)	AC:2,3-7,2 DC:40,0
Ladezeiten	100%: 972 min. (AC Schuko 2,3 kW), 327 min. (AC 1-phasig Wallbox/Ladesäule 7,2 kW); 80%: 60 min. (DC Ladesäule 40,0 kW)

*Anhang 15-5 Fahrzeugdatenblatt VW e-Up! [All 22a]*

Anhang

	JFL	Ø Geschwindigkeit (km/h)	Ø Weglänge (nach MOP und MID) (km)	Anzahl Buchungen	Betrachtungszeitraum (Jahre)	Mobilitätszeit (h)	Fixkosten	Buchungskosten	Zeitkosten	km-Kosten	TCO pro Jahr	TCO pro Monat	TCO pro Tag	TCO pro km	TCO pro Minute
Stadtmobil KA Golf 8	5.000	35	15	333,33	6	142,86	136,33 €	400,00 €	257,14 €	1.150,00 €	1.943,48 €	161,96 €	5,32 €	0,39 €	0,23 €
	8.000	35	15	533,33	6	228,57	136,33 €	640,00 €	411,43 €	1.840,00 €	3.027,76 €	252,31 €	8,30 €	0,38 €	0,22 €
	10.000	35	15	666,67	6	285,71	136,33 €	800,00 €	514,29 €	2.300,00 €	3.750,62 €	312,55 €	10,28 €	0,38 €	0,22 €
	15.000	35	15	1.000,00	6	428,57	136,33 €	1.200,00 €	771,43 €	3.450,00 €	5.557,76 €	463,15 €	15,23 €	0,37 €	0,22 €
Stadtmobil KA ID.3	5.000	35	15	333,33	6	142,86	136,33 €	400,00 €	292,86 €	1.150,00 €	1.979,19 €	164,93 €	5,42 €	0,40 €	0,23 €
	8.000	35	15	533,33	6	228,57	136,33 €	640,00 €	468,57 €	1.840,00 €	3.084,90 €	257,08 €	8,45 €	0,39 €	0,22 €
	10.000	35	15	666,67	6	285,71	136,33 €	800,00 €	585,71 €	2.300,00 €	3.822,05 €	318,50 €	10,47 €	0,38 €	0,22 €
	15.000	35	15	1.000,00	6	428,57	136,33 €	1.200,00 €	878,57 €	3.450,00 €	5.664,90 €	472,08 €	15,52 €	0,38 €	0,22 €
Stadtmobil KA Up! & e-Up!	5.000	35	15	333,33	6	142,86	136,33 €	400,00 €	182,86 €	1.000,00 €	1.719,19 €	143,27 €	4,71 €	0,34 €	0,20 €
	8.000	35	15	533,33	6	228,57	136,33 €	640,00 €	292,57 €	1.600,00 €	2.668,90 €	222,41 €	7,31 €	0,33 €	0,19 €
	10.000	35	15	666,67	6	285,71	136,33 €	800,00 €	365,71 €	2.000,00 €	3.302,05 €	275,17 €	9,05 €	0,33 €	0,19 €
	15.000	35	15	1.000,00	6	428,57	136,33 €	1.200,00 €	548,57 €	3.000,00 €	4.884,90 €	407,08 €	13,38 €	0,33 €	0,19 €
Stadtmobil KA Stadtfliitzer <sup>1</sup>	5.000	35	15	333,33	6	857,14	136,33 €	400,00 €	257,14 €	1.000,00 €	1.793,48 €	149,46 €	4,91 €	0,36 €	0,21 €
	8.000	35	15	533,33	6	1.371,43	136,33 €	640,00 €	411,43 €	1.600,00 €	2.787,76 €	232,31 €	7,64 €	0,35 €	0,20 €
	10.000	35	15	666,67	6	1.714,29	136,33 €	800,00 €	514,29 €	2.000,00 €	3.450,62 €	287,55 €	9,45 €	0,35 €	0,20 €
	15.000	35	15	1.000,00	6	2.571,43	136,33 €	1.200,00 €	771,43 €	3.000,00 €	5.107,76 €	425,65 €	13,99 €	0,34 €	0,20 €
Stadtmobil S Golf 8 & ID.3	5.000	35	15	-	6	142,86	122,33 €	- €	400,00 €	1.550,00 €	2.072,33 €	172,69 €	5,68 €	0,41 €	0,24 €
	8.000	35	15	-	6	228,57	122,33 €	- €	640,00 €	2.480,00 €	3.242,33 €	270,19 €	8,88 €	0,41 €	0,24 €
	10.000	35	15	-	6	285,71	122,33 €	- €	800,00 €	3.100,00 €	4.022,33 €	335,19 €	11,02 €	0,40 €	0,23 €
	15.000	35	15	-	6	428,57	122,33 €	- €	1.200,00 €	4.650,00 €	5.972,33 €	497,69 €	16,36 €	0,40 €	0,23 €
Stadtmobil S Up! & e-Up!	5.000	35	15	-	6	142,86	122,33 €	- €	314,29 €	1.350,00 €	1.786,62 €	148,88 €	4,89 €	0,36 €	0,21 €
	8.000	35	15	-	6	228,57	122,33 €	- €	502,86 €	2.160,00 €	2.785,19 €	232,10 €	7,63 €	0,35 €	0,20 €
	10.000	35	15	-	6	285,71	122,33 €	- €	628,57 €	2.700,00 €	3.450,90 €	287,58 €	9,45 €	0,35 €	0,20 €
	15.000	35	15	-	6	428,57	122,33 €	- €	942,86 €	4.050,00 €	5.115,19 €	426,27 €	14,01 €	0,34 €	0,20 €
ShareNow M Golf & ID.3	5.000	35	15	333,33	6	142,86	- €	330,00 €	2.400,00 €	- €	2.730,00 €	227,50 €	7,48 €	0,55 €	0,32 €
	8.000	35	15	533,33	6	228,57	- €	528,00 €	3.840,00 €	- €	4.368,00 €	364,00 €	11,97 €	0,55 €	0,32 €
	10.000	35	15	666,67	6	285,71	- €	660,00 €	4.800,00 €	- €	5.460,00 €	455,00 €	14,96 €	0,55 €	0,32 €
	15.000	35	15	1.000,00	6	428,57	- €	990,00 €	7.200,00 €	- €	8.190,00 €	682,50 €	22,44 €	0,55 €	0,32 €
ShareNow M Up!	5.000	35	15	333,33	6	142,86	- €	- €	771,43 €	- €	771,43 €	64,29 €	2,11 €	0,15 €	0,09 €
	8.000	35	15	533,33	6	228,57	- €	- €	1.234,29 €	- €	1.234,29 €	102,86 €	3,38 €	0,15 €	0,09 €
	10.000	35	15	666,67	6	285,71	- €	- €	1.542,86 €	- €	1.542,86 €	128,57 €	4,23 €	0,15 €	0,09 €
	15.000	35	15	1.000,00	6	428,57	- €	- €	2.314,29 €	- €	2.314,29 €	192,86 €	6,34 €	0,15 €	0,09 €
ShareNow M e-Up!	5.000	35	15	333,33	6	142,86	- €	- €	2.400,00 €	- €	2.400,00 €	200,00 €	6,58 €	0,48 €	0,28 €
	8.000	35	15	533,33	6	228,57	- €	- €	3.840,00 €	- €	3.840,00 €	320,00 €	10,52 €	0,48 €	0,28 €
	10.000	35	15	666,67	6	285,71	- €	- €	4.800,00 €	- €	4.800,00 €	400,00 €	13,15 €	0,48 €	0,28 €
	15.000	35	15	1.000,00	6	428,57	- €	- €	7.200,00 €	- €	7.200,00 €	600,00 €	19,73 €	0,48 €	0,28 €
Miles B alle	5.000	35	15	333,33	6	142,86	- €	333,33 €	- €	4.450,00 €	4.783,33 €	398,61 €	13,11 €	0,96 €	0,56 €
	8.000	35	15	533,33	6	228,57	- €	533,33 €	- €	7.120,00 €	7.653,33 €	637,78 €	20,97 €	0,96 €	0,56 €
	10.000	35	15	666,67	6	285,71	- €	666,67 €	- €	8.900,00 €	9.566,67 €	797,22 €	26,21 €	0,96 €	0,56 €
	15.000	35	15	1.000,00	6	428,57	- €	1.000,00 €	- €	13.350,00 €	14.350,00 €	1.195,83 €	39,32 €	0,96 €	0,56 €
20.000	35	15	1.333,33	6	571,43	- €	1.333,33 €	- €	17.800,00 €	19.133,33 €	1.594,44 €	52,42 €	0,96 €	0,56 €	

$$\text{Anzahl Buchungen} = \frac{JFL}{\text{Ø Weglänge}}$$

$$\text{Mobilitätszeit (h)} = \frac{JFL}{\text{Ø Geschwindigkeit}}$$

<sup>1</sup> Angaben bei Mobilitätszeit beziehen sich hier auf 10-Minuten-Intervalle. Die Angabe hier \* 10 ergibt die Zeit in Minuten.

Anhang 15-6 Übersicht Kostenkalkulation CS-Nutzung aus Kundensicht

Golf 8 Diesel						
Kreditsumme	Zins	Periode	Zinsen	Tilgung	Summe Tilgung + Zinsen	Neuer Schuldenstand
25.000,00 €	3%	1	750,00 €	4.166,67 €	4.916,67 €	20.833,33 €
	3%	2	625,00 €	4.166,67 €	4.791,67 €	16.666,67 €
	3%	3	500,00 €	4.166,67 €	4.666,67 €	12.500,00 €
	3%	4	375,00 €	4.166,67 €	4.541,67 €	8.333,33 €
	3%	5	250,00 €	4.166,67 €	4.416,67 €	4.166,67 €
	3%	6	125,00 €	4.166,67 €	4.291,67 €	- €
				Ø	4.604,17 €	

ID.3						
Kreditsumme	Zins	Periode	Zinsen	Tilgung	Summe Tilgung + Zinsen	Neuer Schuldenstand
35.000,00 €	3%	1	1.050,00 €	5.833,33 €	6.883,33 €	29.166,67 €
	3%	2	875,00 €	5.833,33 €	6.708,33 €	23.333,33 €
	3%	3	700,00 €	5.833,33 €	6.533,33 €	17.500,00 €
	3%	4	525,00 €	5.833,33 €	6.358,33 €	11.666,67 €
	3%	5	350,00 €	5.833,33 €	6.183,33 €	5.833,33 €
	3%	6	175,00 €	5.833,33 €	6.008,33 €	- €
				Ø	6.445,83 €	

Up! Otto						
Kreditsumme	Zins	Periode	Zinsen	Tilgung	Summe Tilgung + Zinsen	Neuer Schuldenstand
15.000,00 €	3%	1	450,00 €	2.500,00 €	2.950,00 €	12.500,00 €
	3%	2	375,00 €	2.500,00 €	2.875,00 €	10.000,00 €
	3%	3	300,00 €	2.500,00 €	2.800,00 €	7.500,00 €
	3%	4	225,00 €	2.500,00 €	2.725,00 €	5.000,00 €
	3%	5	150,00 €	2.500,00 €	2.650,00 €	2.500,00 €
	3%	6	75,00 €	2.500,00 €	2.575,00 €	- €
				Ø	2.762,50 €	

e-Up!						
Kreditsumme	Zins	Periode	Zinsen	Tilgung	Summe Tilgung + Zinsen	Neuer Schuldenstand
22.000,00 €	3%	1	660,00 €	3.666,67 €	4.326,67 €	18.333,33 €
	3%	2	550,00 €	3.666,67 €	4.216,67 €	14.666,67 €
	3%	3	440,00 €	3.666,67 €	4.106,67 €	11.000,00 €
	3%	4	330,00 €	3.666,67 €	3.996,67 €	7.333,33 €
	3%	5	220,00 €	3.666,67 €	3.886,67 €	3.666,67 €
	3%	6	110,00 €	3.666,67 €	3.776,67 €	- €
				Ø	4.051,67 €	

Anhang 15-7 Finanzierungspläne der Fahrzeuge für CS-Anbieter

## Anhang

Golf 8		3%		Golf 8		15%		Golf 8		20%		Golf 8		30%		Golf 8		40%		Golf 8		50%			
Fixkosten	8.520,25 €	Fixkosten	8.520,25 €	Fixkosten	8.520,25 €	Fixkosten	8.520,25 €	Fixkosten	8.520,25 €	Fixkosten	8.520,25 €	Fixkosten	8.520,25 €	Fixkosten	8.520,25 €	Fixkosten	8.520,25 €	Fixkosten	8.520,25 €	Fixkosten	8.520,25 €	Fixkosten	8.520,25 €		
Var. Kosten	2.492,69 €	Var. Kosten	12.463,47 €	Var. Kosten	16.617,97 €	Var. Kosten	24.926,95 €	Var. Kosten	33.235,93 €	Var. Kosten	41.544,91 €	Var. Kosten	50.065,16 €	Var. Kosten	58.867,20 €	Var. Kosten	67.684,19 €	Var. Kosten	76.501,18 €	Var. Kosten	85.318,17 €	Var. Kosten	94.135,16 €		
Summe	11.012,94 €	Summe	20.983,72 €	Summe	25.138,22 €	Summe	33.447,20 €	Summe	41.756,18 €	Summe	50.065,16 €	Summe	58.867,20 €	Summe	67.684,19 €	Summe	76.501,18 €	Summe	85.318,17 €	Summe	94.135,16 €	Summe	102.960,32 €		
Kosten pro km	1,20 €	Kosten pro km	0,46 €	Kosten pro km	0,41 €	Kosten pro km	0,36 €	Kosten pro km	0,34 €	Kosten pro km	0,33 €	Kosten pro km	0,33 €	Kosten pro km	0,34 €	Kosten pro km	0,33 €								
Kosten pro min	0,70 €	Kosten pro min	0,27 €	Kosten pro min	0,24 €	Kosten pro min	0,21 €	Kosten pro min	0,20 €	Kosten pro min	0,19 €	Kosten pro min	0,19 €	Kosten pro min	0,20 €	Kosten pro min	0,19 €								
<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>			
Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €
Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	4.415,04 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	22.075,20 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	29.433,60 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	44.150,40 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	58.867,20 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	73.584,00 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	88.300,80 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	103.017,60 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	117.734,40 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	132.451,20 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	147.168,00 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	161.884,80 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	176.601,60 €
<b>Rentabilität</b>	<b>-149,4%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>4,9%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>14,6%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>24,2%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>29,1%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>33,8%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>38,5%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>43,2%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>47,9%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>52,6%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>57,3%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>62,0%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>66,7%</b>
<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>			
Buchungsgebühren	735,84 €	Buchungsgebühren	3.679,20 €	Buchungsgebühren	4.905,60 €	Buchungsgebühren	7.358,40 €	Buchungsgebühren	9.811,20 €	Buchungsgebühren	12.264,00 €	Buchungsgebühren	14.716,80 €	Buchungsgebühren	17.172,40 €	Buchungsgebühren	19.579,20 €	Buchungsgebühren	21.491,60 €	Buchungsgebühren	23.364,00 €	Buchungsgebühren	25.207,20 €	Buchungsgebühren	26.844,00 €
Einnahmen Zeittarif (1,80€/h)	473,04 €	Einnahmen Zeittarif (1,80€/h)	2.365,20 €	Einnahmen Zeittarif (1,80€/h)	3.153,60 €	Einnahmen Zeittarif (1,80€/h)	4.730,40 €	Einnahmen Zeittarif (1,80€/h)	6.307,20 €	Einnahmen Zeittarif (1,80€/h)	7.884,00 €	Einnahmen Zeittarif (1,80€/h)	9.460,80 €	Einnahmen Zeittarif (1,80€/h)	11.037,60 €	Einnahmen Zeittarif (1,80€/h)	12.614,40 €	Einnahmen Zeittarif (1,80€/h)	14.191,20 €	Einnahmen Zeittarif (1,80€/h)	15.768,00 €	Einnahmen Zeittarif (1,80€/h)	17.344,80 €	Einnahmen Zeittarif (1,80€/h)	18.921,60 €
Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	2.115,54 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	10.577,70 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	14.103,60 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	21.155,40 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	28.207,20 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	35.259,00 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	42.310,80 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	49.362,60 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	56.414,40 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	63.466,00 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	70.518,40 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	77.570,80 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	84.623,20 €
Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55
Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €
Summe	7.944,42 €	Summe	21.242,10 €	Summe	26.782,80 €	Summe	37.864,20 €	Summe	48.945,60 €	Summe	60.027,00 €	Summe	71.108,40 €	Summe	82.189,80 €	Summe	93.271,20 €	Summe	104.352,60 €	Summe	115.415,00 €	Summe	126.477,40 €	Summe	137.539,80 €
<b>Rentabilität</b>	<b>-38,6%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>1,2%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>6,1%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>11,7%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>14,7%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>17,6%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>20,5%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>23,4%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>26,3%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>29,2%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>32,1%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>35,0%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>37,9%</b>

### Anhang 15-8 Übersicht der Profitabilität für unterschiedliche Auslastungen des Golf 8

ID.3		3%		ID.3		15%		ID.3		20%		ID.3		30%		ID.3		40%		ID.3		50%			
Fixkosten	10.107,47 €	Fixkosten	10.107,47 €	Fixkosten	10.107,47 €	Fixkosten	10.107,47 €	Fixkosten	10.107,47 €	Fixkosten	10.107,47 €	Fixkosten	10.107,47 €	Fixkosten	10.107,47 €	Fixkosten	10.107,47 €	Fixkosten	10.107,47 €	Fixkosten	10.107,47 €	Fixkosten	10.107,47 €		
Var. Kosten	2.315,50 €	Var. Kosten	11.577,52 €	Var. Kosten	15.436,70 €	Var. Kosten	23.155,05 €	Var. Kosten	30.873,39 €	Var. Kosten	38.591,74 €	Var. Kosten	46.309,08 €	Var. Kosten	54.026,42 €	Var. Kosten	61.742,76 €	Var. Kosten	69.459,10 €	Var. Kosten	77.175,44 €	Var. Kosten	84.901,78 €		
Summe	12.422,97 €	Summe	21.684,99 €	Summe	25.544,16 €	Summe	33.262,51 €	Summe	40.980,86 €	Summe	48.699,21 €	Summe	56.415,54 €	Summe	64.152,89 €	Summe	71.891,76 €	Summe	79.621,63 €	Summe	87.350,91 €	Summe	95.050,26 €		
Kosten pro km	1,35 €	Kosten pro km	0,47 €	Kosten pro km	0,42 €	Kosten pro km	0,36 €	Kosten pro km	0,33 €	Kosten pro km	0,32 €	Kosten pro km	0,32 €	Kosten pro km	0,33 €	Kosten pro km	0,32 €								
Kosten pro min	0,79 €	Kosten pro min	0,28 €	Kosten pro min	0,24 €	Kosten pro min	0,21 €	Kosten pro min	0,19 €	Kosten pro min	0,19 €	Kosten pro min	0,19 €	Kosten pro min	0,20 €	Kosten pro min	0,19 €								
<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>		<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>			
Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €	Minutentarif	0,28 €
Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	4.415,04 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	22.075,20 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	29.433,60 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	44.150,40 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	58.867,20 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	73.584,00 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	88.300,80 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	103.017,60 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	117.734,40 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	132.451,20 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	147.168,00 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	161.884,80 €	Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	176.601,60 €
<b>Rentabilität</b>	<b>-181,4%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>1,8%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>13,2%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>24,7%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>30,4%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>36,1%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>41,8%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>47,5%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>53,2%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>58,9%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>64,6%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>70,3%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>76,0%</b>
<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>		<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>			
Buchungsgebühren	735,84 €	Buchungsgebühren	3.679,20 €	Buchungsgebühren	4.905,60 €	Buchungsgebühren	7.358,40 €	Buchungsgebühren	9.811,20 €	Buchungsgebühren	12.264,00 €	Buchungsgebühren	14.716,80 €	Buchungsgebühren	17.172,40 €	Buchungsgebühren	19.579,20 €	Buchungsgebühren	21.985,60 €	Buchungsgebühren	24.392,00 €	Buchungsgebühren	26.798,40 €	Buchungsgebühren	29.204,80 €
Einnahmen Zeittarif (2,05€/h)	538,74 €	Einnahmen Zeittarif (2,05€/h)	2.693,70 €	Einnahmen Zeittarif (2,05€/h)	3.591,60 €	Einnahmen Zeittarif (2,05€/h)	5.387,40 €	Einnahmen Zeittarif (2,05€/h)	7.183,20 €	Einnahmen Zeittarif (2,05€/h)	8.979,00 €	Einnahmen Zeittarif (2,05€/h)	10.774,80 €	Einnahmen Zeittarif (2,05€/h)	12.570,60 €	Einnahmen Zeittarif (2,05€/h)	14.366,40 €	Einnahmen Zeittarif (2,05€/h)	16.162,20 €	Einnahmen Zeittarif (2,05€/h)	17.958,00 €	Einnahmen Zeittarif (2,05€/h)	19.753,80 €	Einnahmen Zeittarif (2,05€/h)	21.549,60 €
Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	2.115,54 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	10.577,70 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	14.103,60 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	21.155,40 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	28.207,20 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	35.259,00 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	42.310,80 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	49.362,60 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	56.414,40 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	63.466,00 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	70.518,40 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	77.570,80 €	Einnahmen km-Tarif (0,23€/km)	84.623,20 €
Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55	Nutzer pro Fzg.	55
Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €	Monatsgebühren	4.620,00 €
Summe	8.010,12 €	Summe	21.570,60 €	Summe	27.220,80 €	Summe	38.521,20 €	Summe	49.821,60 €	Summe	61.122,00 €	Summe	72.422,40 €	Summe	83.722,80 €	Summe	95.023,20 €	Summe	106.323,60 €	Summe	117.624,00 €	Summe	128.924,40 €	Summe	140.224,80 €
<b>Rentabilität</b>	<b>-55,1%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>-0,5%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>6,2%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>13,7%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>17,7%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>21,7%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>25,7%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>29,7%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>33,7%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>37,7%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>41,7%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>45,7%</b>	<b>Rentabilität</b>	<b>49,7%</b>

### Anhang 15-9 Übersicht der Profitabilität für unterschiedliche Auslastungen des ID.3

## Anhang

up!	3% up!	15% up!	20% up!	30% up!	40% up!	50% up!
Fixkosten	6.518,58 €	6.518,58 €	6.518,58 €	6.518,58 €	6.518,58 €	6.518,58 €
Var. Kosten	2.388,31 €	11.941,53 €	15.922,04 €	23.883,07 €	31.844,09 €	39.805,11 €
Summe	8.906,89 €	18.460,12 €	22.440,63 €	30.401,65 €	38.362,67 €	46.323,69 €
Kosten pro km	0,97 €	0,40 €	0,37 €	0,33 €	0,31 €	0,30 €
Kosten pro min	0,56 €	0,23 €	0,21 €	0,19 €	0,18 €	0,18 €
<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>						
Minutentarif (0,09€/min)	0,09 €	0,09 €	0,09 €	0,09 €	0,09 €	0,09 €
Einnahmen Zeittarif	1.419,12 €	7.095,60 €	9.460,80 €	14.191,20 €	18.921,60 €	23.652,00 €
<b>Rentabilität</b>	<b>-527,6%</b>	<b>-160,2%</b>	<b>-137,2%</b>	<b>-114,2%</b>	<b>-102,7%</b>	<b>-95,9%</b>
<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>						
Buchungsgebühren	735,84 €	3.679,20 €	4.905,60 €	7.358,40 €	9.811,20 €	12.264,00 €
Einnahmen Zeittarif (1,28€/h)	336,38 €	1.681,92 €	2.242,56 €	3.363,84 €	4.485,12 €	5.606,40 €
Einnahmen km-Tarif (0,20€/km)	1.839,60 €	9.198,00 €	12.264,00 €	18.396,00 €	24.528,00 €	30.660,00 €
Nutzer pro Fzg.	55	55	55	55	55	55
Monatsgebühren	4.620,00 €	4.620,00 €	4.620,00 €	4.620,00 €	4.620,00 €	4.620,00 €
Summe	7.531,82 €	19.179,12 €	24.032,16 €	33.738,24 €	43.444,32 €	53.150,40 €
<b>Rentabilität</b>	<b>-18,3%</b>	<b>3,7%</b>	<b>6,6%</b>	<b>9,9%</b>	<b>11,7%</b>	<b>12,8%</b>

### Anhang 15-10 Übersicht der Profitabilität für unterschiedliche Auslastungen des up!

e-up!	3% e-up!	15% e-up!	20% e-up!	30% e-up!	40% e-up!	50% e-up!
Fixkosten	7.713,30 €	7.713,30 €	7.713,30 €	7.713,30 €	7.713,30 €	7.713,30 €
Var. Kosten	2.197,86 €	10.989,31 €	14.652,41 €	21.978,62 €	29.304,83 €	36.631,04 €
Summe	9.911,16 €	18.702,61 €	22.365,71 €	29.691,92 €	37.018,13 €	44.344,34 €
Kosten pro km	1,08 €	0,41 €	0,36 €	0,32 €	0,30 €	0,29 €
Kosten pro min	0,63 €	0,24 €	0,21 €	0,19 €	0,18 €	0,17 €
<b>Einnahmen FFCS Betrieb (Tarife ShareNow)</b>						
Minutentarif	0,28 €	0,28 €	0,28 €	0,28 €	0,28 €	0,28 €
Einnahmen Zeittarif (0,28€/min)	4.415,04 €	22.075,20 €	29.433,60 €	44.150,40 €	58.867,20 €	73.584,00 €
<b>Rentabilität</b>	<b>-124,5%</b>	<b>15,3%</b>	<b>24,0%</b>	<b>32,7%</b>	<b>37,1%</b>	<b>39,7%</b>
<b>Einnahmen SBCS Betrieb (Tarife Stadtmobil KA)</b>						
Buchungsgebühren	735,84 €	3.679,20 €	4.905,60 €	7.358,40 €	9.811,20 €	12.264,00 €
Einnahmen Zeittarif (1,28€/h)	336,38 €	1.681,92 €	2.242,56 €	3.363,84 €	4.485,12 €	5.606,40 €
Einnahmen km-Tarif (0,20€/km)	1.839,60 €	9.198,00 €	12.264,00 €	18.396,00 €	24.528,00 €	30.660,00 €
Nutzer pro Fzg.	55	55	55	55	55	55
Monatsgebühren	4.620,00 €	4.620,00 €	4.620,00 €	4.620,00 €	4.620,00 €	4.620,00 €
Summe	7.531,82 €	19.179,12 €	24.032,16 €	33.738,24 €	43.444,32 €	53.150,40 €
<b>Rentabilität</b>	<b>-31,6%</b>	<b>2,5%</b>	<b>6,9%</b>	<b>12,0%</b>	<b>14,8%</b>	<b>16,6%</b>

### Anhang 15-11 Übersicht der Profitabilität für unterschiedliche Auslastungen des e-up!

	Mobile Personen	JFL	40% # Klein Lvl 5	40% # Kompakt Lvl 5	20% #Kompakt Lvl 4
Szenario 1 (100% CS)	500.000	6.000	25.206	25.206	12.602
		10.000	42.009	42.009	21.005
	1.500.000	6.000	75.616	75.616	37.809
		10.000	126.027	126.027	63.014
	3.000.000	6.000	151.233	151.233	75.616
		10.000	252.055	252.055	126.027
Szenario 2 (80% CS)	500.000	6.000	20.164	20.164	10.083
		10.000	33.608	33.608	16.802
	1.500.000	6.000	60.493	60.493	30.247
		10.000	100.822	100.822	50.411
	3.000.000	6.000	120.986	120.986	60.494
		10.000	201.644	201.644	100.822
Szenario 3 (20% CS)	500.000	6.000	5.041	5.041	2.521
		10.000	8.402	8.402	4.201
	1.500.000	6.000	15.124	15.124	7.560
		10.000	25.206	25.206	12.602
	3.000.000	6.000	30.247	30.247	15.122
		10.000	50.411	50.411	25.205

Anhang 15-12 Anteilige Flottengrößen pro Fahrzeugklasse

	Mobile Personen	Stadtgrößen in km <sup>2</sup>	Fleet Size	Fzg. pro km <sup>2</sup>
Szenario 1 (100% CS)	500.000	207,4	63.014	<b>303,8</b>
		207,4	105.023	<b>506,4</b>
	1.500.000	310,7	189.041	<b>608,4</b>
		310,7	315.068	<b>1014,1</b>
	3.000.000	891,8	378.082	<b>424,0</b>
		891,8	630.137	<b>706,6</b>
Szenario 2 (80% CS)	500.000	207,4	50.411	<b>243,1</b>
		207,4	84.018	<b>405,1</b>
	1.500.000	310,7	151.233	<b>486,7</b>
		310,7	252.055	<b>811,2</b>
	3.000.000	891,8	302.466	<b>339,2</b>
		891,8	504.110	<b>565,3</b>
Szenario 3 (20% CS)	500.000	207,4	12.603	<b>60,8</b>
		207,4	21.005	<b>101,3</b>
	1.500.000	310,7	37.808	<b>121,7</b>
		310,7	63.014	<b>202,8</b>
	3.000.000	891,8	75.616	<b>84,8</b>
		891,8	126.027	<b>141,3</b>

Anhang 15-13 Berechnung der jeweiligen Fahrzeugdichten anhand vergleichbarer Stadtgrößen



# Anhang

Szenario 2, 500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	932.570.533,03 €	932.570.533,03 €	932.570.533,03 €	932.570.533,03 €	932.570.533,03 €
Operative Kosten	- €	496.819.313,64 €	496.819.313,64 €	496.819.313,64 €	496.819.313,64 €	496.819.313,64 €
OH-Pauschale	- €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 1.319.328.864,00 €	426.425.514,06 €	426.425.514,06 €	426.425.514,06 €	426.425.514,06 €	426.425.514,06 €
Übertrag in Folgeperiode	- 1.319.328.864,00 €	892.903.349,94 €	- 466.477.835,88 €	- 40.052.321,83 €	386.373.192,23 €	812.798.706,29 €

NPV: 750.298.047,18 €  
IRR: 18,47%

Szenario 2, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	2.797.734.451,41 €	2.797.734.451,41 €	2.797.734.451,41 €	2.797.734.451,41 €	2.797.734.451,41 €
Operative Kosten	- €	1.490.468.765,74 €	1.490.468.765,74 €	1.490.468.765,74 €	1.490.468.765,74 €	1.490.468.765,74 €
OH-Pauschale	- €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 3.958.070.076,00 €	1.279.288.341,15 €	1.279.288.341,15 €	1.279.288.341,15 €	1.279.288.341,15 €	1.279.288.341,15 €
Übertrag in Folgeperiode	- 3.958.070.076,00 €	- 2.678.781.734,85 €	- 1.399.493.393,70 €	120.205.052,55 €	1.159.083.288,61 €	2.438.371.629,76 €

NPV: 2.250.867.923,05 €  
IRR: 18,47%

Szenario 2, 3.000.000 mobile Personen, 10.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	5.595.468.902,81 €	5.595.468.902,81 €	5.595.468.902,81 €	5.595.468.902,81 €	5.595.468.902,81 €
Operative Kosten	- €	2.980.937.531,48 €	2.980.937.531,48 €	2.980.937.531,48 €	2.980.937.531,48 €	2.980.937.531,48 €
OH-Pauschale	- €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 7.916.140.152,00 €	2.558.576.682,30 €	2.558.576.682,30 €	2.558.576.682,30 €	2.558.576.682,30 €	2.558.576.682,30 €
Übertrag in Folgeperiode	- 7.916.140.152,00 €	5.357.563.469,70 €	- 2.798.986.787,39 €	- 240.410.105,09 €	2.318.166.577,21 €	4.876.743.259,52 €

NPV: 4.501.735.846,10 €  
IRR: 18,47%

Szenario 2, 500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	559.548.849,05 €	559.548.849,05 €	559.548.849,05 €	559.548.849,05 €	559.548.849,05 €
Operative Kosten	- €	298.094.571,74 €	298.094.571,74 €	298.094.571,74 €	298.094.571,74 €	298.094.571,74 €
OH-Pauschale	- €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 791.625.312,00 €	255.858.788,82 €	255.858.788,82 €	255.858.788,82 €	255.858.788,82 €	255.858.788,82 €
Übertrag in Folgeperiode	- 791.625.312,00 €	535.766.523,18 €	- 279.907.734,36 €	- 24.048.945,54 €	231.809.843,28 €	487.668.632,10 €

NPV: 450.167.726,52 €  
IRR: 18,47%

Szenario 2, 1.500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	1.678.641.650,23 €	1.678.641.650,23 €	1.678.641.650,23 €	1.678.641.650,23 €	1.678.641.650,23 €
Operative Kosten	- €	894.281.668,74 €	894.281.668,74 €	894.281.668,74 €	894.281.668,74 €	894.281.668,74 €
OH-Pauschale	- €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 2.374.847.694,00 €	767.573.564,99 €	767.573.564,99 €	767.573.564,99 €	767.573.564,99 €	767.573.564,99 €
Übertrag in Folgeperiode	- 2.374.847.694,00 €	- 1.607.274.129,01 €	839.700.564,03 €	72.126.999,04 €	695.446.565,95 €	1.463.020.130,93 €

NPV: 1.350.517.824,78 €  
IRR: 18,47%

Szenario 2, 3.000.000 mobile Personen, 6.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	3.357.283.300,46 €	3.357.283.300,46 €	3.357.283.300,46 €	3.357.283.300,46 €	3.357.283.300,46 €
Operative Kosten	- €	1.788.563.337,48 €	1.788.563.337,48 €	1.788.563.337,48 €	1.788.563.337,48 €	1.788.563.337,48 €
OH-Pauschale	- €	33.572.833,00 €	33.572.833,00 €	33.572.833,00 €	33.572.833,00 €	33.572.833,00 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 4.749.695.388,00 €	1.535.147.129,97 €	1.535.147.129,97 €	1.535.147.129,97 €	1.535.147.129,97 €	1.535.147.129,97 €
Übertrag in Folgeperiode	- 4.749.695.388,00 €	3.214.548.258,03 €	1.679.401.128,05 €	- 144.253.998,08 €	1.390.893.131,80 €	2.926.400.261,86 €

NPV: 2.701.035.649,57 €  
IRR: 18,47%

## Anhang 15-16 Wirtschaftlichkeitsanalyse I (Minutentarife), Szenario 2

Szenario 2, 500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	932.570.533,03 €	932.570.533,03 €	932.570.533,03 €	932.570.533,03 €	932.570.533,03 €
Operative Kosten	- €	496.819.313,64 €	496.819.313,64 €	496.819.313,64 €	496.819.313,64 €	496.819.313,64 €
OH-Pauschale	- €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	219.888.144,00 €	219.888.144,00 €	219.888.144,00 €	219.888.144,00 €	219.888.144,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 1.319.328.864,00 €	206.537.370,06 €	206.537.370,06 €	206.537.370,06 €	206.537.370,06 €	206.537.370,06 €
Return on Sales (ROS)		22,1%	22,1%	22,1%	22,1%	22,1%

Szenario 2, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	2.797.734.451,41 €	2.797.734.451,41 €	2.797.734.451,41 €	2.797.734.451,41 €	2.797.734.451,41 €
Operative Kosten	- €	1.490.468.765,74 €	1.490.468.765,74 €	1.490.468.765,74 €	1.490.468.765,74 €	1.490.468.765,74 €
OH-Pauschale	- €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	659.678.346,00 €	659.678.346,00 €	659.678.346,00 €	659.678.346,00 €	659.678.346,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 3.958.070.076,00 €	619.609.995,15 €	619.609.995,15 €	619.609.995,15 €	619.609.995,15 €	619.609.995,15 €
Return on Sales (ROS)		22,1%	22,1%	22,1%	22,1%	22,1%

Szenario 2, 3.000.000 mobile Personen, 10.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	5.595.468.902,81 €	5.595.468.902,81 €	5.595.468.902,81 €	5.595.468.902,81 €	5.595.468.902,81 €
Operative Kosten	- €	2.980.937.531,48 €	2.980.937.531,48 €	2.980.937.531,48 €	2.980.937.531,48 €	2.980.937.531,48 €
OH-Pauschale	- €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	1.319.356.692,00 €	1.319.356.692,00 €	1.319.356.692,00 €	1.319.356.692,00 €	1.319.356.692,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 7.916.140.152,00 €	1.239.219.990,30 €	1.239.219.990,30 €	1.239.219.990,30 €	1.239.219.990,30 €	1.239.219.990,30 €
Return on Sales (ROS)		22,1%	22,1%	22,1%	22,1%	22,1%

Szenario 2, 500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	559.548.849,05 €	559.548.849,05 €	559.548.849,05 €	559.548.849,05 €	559.548.849,05 €
Operative Kosten	- €	298.094.571,74 €	298.094.571,74 €	298.094.571,74 €	298.094.571,74 €	298.094.571,74 €
OH-Pauschale	- €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	131.937.552,00 €	131.937.552,00 €	131.937.552,00 €	131.937.552,00 €	131.937.552,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 791.625.312,00 €	123.921.236,82 €	123.921.236,82 €	123.921.236,82 €	123.921.236,82 €	123.921.236,82 €
Return on Sales (ROS)		22,1%	22,1%	22,1%	22,1%	22,1%

Szenario 2, 1.500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	1.678.641.650,23 €	1.678.641.650,23 €	1.678.641.650,23 €	1.678.641.650,23 €	1.678.641.650,23 €
Operative Kosten	- €	894.281.668,74 €	894.281.668,74 €	894.281.668,74 €	894.281.668,74 €	894.281.668,74 €
OH-Pauschale	- €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	395.807.949,00 €	395.807.949,00 €	395.807.949,00 €	395.807.949,00 €	395.807.949,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 2.374.847.694,00 €	371.765.615,99 €	371.765.			

# Anhang

Szenario 3, 500.000 mobile Personen, 10.000 km JFL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	233.149.162,49 €	233.149.162,49 €	233.149.162,49 €	233.149.162,49 €	233.149.162,49 €
Operative Kosten	- €	124.208.194,34 €	124.208.194,34 €	124.208.194,34 €	124.208.194,34 €	124.208.194,34 €
OH-Pauschale	- €	2.331.491,62 €	2.331.491,62 €	2.331.491,62 €	2.331.491,62 €	2.331.491,62 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	81.818.676,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	134.600.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	113.427.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- €	329.845.716,00 €	106.609.476,53 €	106.609.476,53 €	106.609.476,53 €	106.609.476,53 €
Übertrag in Folgeperiode	- €	329.845.716,00 €	223.236.239,77 €	116.626.762,95 €	10.017.286,42 €	96.592.190,11 €

NPV:  
187.576.047,78 €  
IRR:  
18,47%

Szenario 3, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JFL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	699.434.429,01 €	699.434.429,01 €	699.434.429,01 €	699.434.429,01 €	699.434.429,01 €
Operative Kosten	- €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €
OH-Pauschale	- €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	245.456.028,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	403.800.120,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	340.254.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- €	989.510.148,00 €	319.822.233,56 €	319.822.233,56 €	319.822.233,56 €	319.822.233,56 €
Übertrag in Folgeperiode	- €	989.510.148,00 €	669.687.914,44 €	349.865.680,89 €	30.043.447,73 €	289.778.786,22 €

NPV:  
562.725.071,37 €  
IRR:  
18,47%

Szenario 3, 3.000.000 mobile Personen, 10.000 km JFL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	1.398.860.696,47 €	1.398.860.696,47 €	1.398.860.696,47 €	1.398.860.696,47 €	1.398.860.696,47 €
Operative Kosten	- €	745.231.016,94 €	745.231.016,94 €	745.231.016,94 €	745.231.016,94 €	745.231.016,94 €
OH-Pauschale	- €	13.988.606,96 €	13.988.606,96 €	13.988.606,96 €	13.988.606,96 €	13.988.606,96 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	490.902.318,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	897.584.220,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	680.535.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- €	1.979.021.538,00 €	639.641.072,56 €	639.641.072,56 €	639.641.072,56 €	639.641.072,56 €
Übertrag in Folgeperiode	- €	1.979.021.538,00 €	1.339.980.465,44 €	699.739.392,87 €	60.098.320,31 €	579.542.752,26 €

NPV:  
1.125.432.425,54 €  
IRR:  
18,47%

Szenario 3, 500.000 mobile Personen, 6.000 km JFL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	139.890.476,88 €	139.890.476,88 €	139.890.476,88 €	139.890.476,88 €	139.890.476,88 €
Operative Kosten	- €	74.525.325,90 €	74.525.325,90 €	74.525.325,90 €	74.525.325,90 €	74.525.325,90 €
OH-Pauschale	- €	1.398.904,77 €	1.398.904,77 €	1.398.904,77 €	1.398.904,77 €	1.398.904,77 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	49.089.238,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	80.756.820,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	68.067.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- €	197.913.078,00 €	63.966.246,21 €	63.966.246,21 €	63.966.246,21 €	63.966.246,21 €
Übertrag in Folgeperiode	- €	197.913.078,00 €	133.546.831,79 €	69.980.585,98 €	6.014.339,37 €	57.951.906,84 €

NPV:  
112.542.699,62 €  
IRR:  
18,47%

Szenario 3, 1.500.000 mobile Personen, 6.000 km JFL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	419.653.475,25 €	419.653.475,25 €	419.653.475,25 €	419.653.475,25 €	419.653.475,25 €
Operative Kosten	- €	223.567.199,36 €	223.567.199,36 €	223.567.199,36 €	223.567.199,36 €	223.567.199,36 €
OH-Pauschale	- €	4.196.534,75 €	4.196.534,75 €	4.196.534,75 €	4.196.534,75 €	4.196.534,75 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	147.277.512,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	242.286.480,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	204.120.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- €	593.683.992,00 €	191.889.741,13 €	191.889.741,13 €	191.889.741,13 €	191.889.741,13 €
Übertrag in Folgeperiode	- €	593.683.992,00 €	401.794.250,87 €	209.904.509,73 €	18.014.768,00 €	173.874.972,53 €

NPV:  
337.639.672,12 €  
IRR:  
18,47%

Szenario 3, 3.000.000 mobile Personen, 6.000 km JFL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	839.311.847,42 €	839.311.847,42 €	839.311.847,42 €	839.311.847,42 €	839.311.847,42 €
Operative Kosten	- €	447.136.445,20 €	447.136.445,20 €	447.136.445,20 €	447.136.445,20 €	447.136.445,20 €
OH-Pauschale	- €	8.393.118,47 €	8.393.118,47 €	8.393.118,47 €	8.393.118,47 €	8.393.118,47 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	294.545.286,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	484.556.940,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	408.294.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- €	1.187.396.226,00 €	383.782.283,74 €	383.782.283,74 €	383.782.283,74 €	383.782.283,74 €
Übertrag in Folgeperiode	- €	1.187.396.226,00 €	803.613.942,26 €	419.831.658,51 €	36.049.374,77 €	347.732.908,90 €

NPV:  
675.264.699,02 €  
IRR:  
18,47%

## Anhang 15-18 Wirtschaftlichkeitsanalyse I (Minutentarife), Szenario 3

Szenario 3, 500.000 mobile Personen, 10.000 km JFL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	233.149.162,49 €	233.149.162,49 €	233.149.162,49 €	233.149.162,49 €	233.149.162,49 €
Operative Kosten	- €	124.208.194,34 €	124.208.194,34 €	124.208.194,34 €	124.208.194,34 €	124.208.194,34 €
OH-Pauschale	- €	2.331.491,62 €	2.331.491,62 €	2.331.491,62 €	2.331.491,62 €	2.331.491,62 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	54.974.286,00 €	54.974.286,00 €	54.974.286,00 €	54.974.286,00 €	54.974.286,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	81.818.676,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	134.600.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	113.427.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- €	329.845.716,00 €	51.635.190,53 €	51.635.190,53 €	51.635.190,53 €	51.635.190,53 €
Return on Sales (ROS)	-	22,1%	22,1%	22,1%	22,1%	22,1%

Szenario 3, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JFL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	699.434.429,01 €	699.434.429,01 €	699.434.429,01 €	699.434.429,01 €	699.434.429,01 €
Operative Kosten	- €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €
OH-Pauschale	- €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	164.918.358,00 €	164.918.358,00 €	164.918.358,00 €	164.918.358,00 €	164.918.358,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	245.456.028,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	403.800.120,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	340.254.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- €	989.510.148,00 €	154.903.875,56 €	154.903.875,56 €	154.903.875,56 €	154.903.875,56 €
Return on Sales (ROS)	-	22,1%	22,1%	22,1%	22,1%	22,1%

Szenario 3, 3.000.000 mobile Personen, 10.000 km JFL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	1.398.860.696,47 €	1.398.860.696,47 €	1.398.860.696,47 €	1.398.860.696,47 €	1.398.860.696,47 €
Operative Kosten	- €	745.231.016,94 €	745.231.016,94 €	745.231.016,94 €	745.231.016,94 €	745.231.016,94 €
OH-Pauschale	- €	13.988.606,96 €	13.988.606,96 €	13.988.606,96 €	13.988.606,96 €	13.988.606,96 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	329.836.923,00 €	329.836.923,00 €	329.836.923,00 €	329.836.923,00 €	329.836.923,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	490.902.318,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	897.584.220,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	680.535.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- €	1.979.021.538,00 €	309.804.149,56 €	309.804.149,56 €	309.804.149,56 €	309.804.149,56 €
Return on Sales (ROS)	-	22,1%	22,1%	22,1%	22,1%	22,1%

Szenario 3, 500.000 mobile Personen, 6.000 km JFL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	139.890.476,88 €	139.890.476,88 €	139.890.476,88 €	139.890.476,88 €	139.890.476,88 €
Operative Kosten	- €	74.525.325,90 €	74.525.325,90 €	74.525.325,90 €	74.525.325,90 €	74.525.325,90 €
OH-Pauschale	- €	1.398.904,77 €	1.398.904,77 €	1.398.904,77 €	1.398.904,77 €	1.398.904,77 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	32.985.513,00 €	32.985.513,00 €	32.985.513,00 €	32.985.513,00 €	32.985.513,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	49.089.238,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	80.756.820,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	68.067.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- €	197.913.078,00 €	30.980.733,21 €	30.980.733,21 €	30.980.733,21 €	30.980.733,21 €
Return on Sales (ROS)	-	22,1%	22,1%	22,1%	22,1%	22,1%

Szenario 3, 1.500.000 mobile Personen, 6.000 km JFL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	419.653.475,25 €	419.653.475,25 €	419.653.475,25 €	419.653.475,25 €	419.653.475,25 €
Operative Kosten	- €	223.567.199,36 €	223.567.199,36 €	223.567.199,36 €	223.567.199,36 €	223.567.199,36 €
OH-Pauschale	- €	4.196.534,75 €	4.196.534,75 €	4.196.534,75 €	4.196.534,75 €	4.196.534,75 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	98.947.332,00 €	98.947.332,00 €	98.947.332,00 €	98.947.332,00 €	98.947.332,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	147.277.512,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	242.286.480,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	204.120.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- €	593.683.992,00 €	92.942.409,13 €	92.942.409,13 €	92.942.409,13 €	92.942.409,13 €

# Anhang

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	641.148.525,85 €	641.148.525,85 €	641.148.525,85 €	641.148.525,85 €	641.148.525,85 €
Operative Kosten	- €	354.621.758,98 €	354.621.758,98 €	354.621.758,98 €	354.621.758,98 €	354.621.758,98 €
OH-Pauschale	- €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	327.274.704,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	538.400.160,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	453.654.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 1.319.328.864,00 €	277.201.061,54 €	277.201.061,54 €	277.201.061,54 €	277.201.061,54 €	277.201.061,54 €
Übertrag in Folgeperiode	- 1.319.328.864,00 €	1.042.127.802,46 €	764.926.740,93 €	487.725.679,39 €	210.524.617,86 €	66.676.443,68 €

NPV: 26.047.427,63 €  
IRR: 1,67%

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	1.923.438.395,38 €	1.923.438.395,38 €	1.923.438.395,38 €	1.923.438.395,38 €	1.923.438.395,38 €
Operative Kosten	- €	1.063.871.200,00 €	1.063.871.200,00 €	1.063.871.200,00 €	1.063.871.200,00 €	1.063.871.200,00 €
OH-Pauschale	- €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	981.804.636,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	1.615.168.440,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	1.361.097.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 3.958.070.076,00 €	831.589.850,86 €	831.589.850,86 €	831.589.850,86 €	831.589.850,86 €	831.589.850,86 €
Übertrag in Folgeperiode	- 3.958.070.076,00 €	3.126.480.225,14 €	2.294.890.374,27 €	1.463.300.523,41 €	631.710.672,55 €	199.879.178,32 €

NPV: 77.994.084,49 €  
IRR: 1,66%

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 3.000.000 mobile Personen, 10.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	3.846.881.279,60 €	3.846.881.279,60 €	3.846.881.279,60 €	3.846.881.279,60 €	3.846.881.279,60 €
Operative Kosten	- €	2.127.742.400,00 €	2.127.742.400,00 €	2.127.742.400,00 €	2.127.742.400,00 €	2.127.742.400,00 €
OH-Pauschale	- €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	1.963.609.272,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	3.203.356.800,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	2.722.194.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 7.916.140.152,00 €	1.663.184.190,58 €	1.663.184.190,58 €	1.663.184.190,58 €	1.663.184.190,58 €	1.663.184.190,58 €
Übertrag in Folgeperiode	- 7.916.140.152,00 €	6.252.955.961,42 €	4.589.771.770,85 €	2.926.587.580,27 €	1.263.403.389,70 €	399.780.800,88 €

NPV: 156.009.955,29 €  
IRR: 1,67%

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	384.688.935,95 €	384.688.935,95 €	384.688.935,95 €	384.688.935,95 €	384.688.935,95 €
Operative Kosten	- €	212.774.523,71 €	212.774.523,71 €	212.774.523,71 €	212.774.523,71 €	212.774.523,71 €
OH-Pauschale	- €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	196.357.032,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	323.027.280,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	272.241.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 791.625.312,00 €	166.318.923,75 €	166.318.923,75 €	166.318.923,75 €	166.318.923,75 €	166.318.923,75 €
Übertrag in Folgeperiode	- 791.625.312,00 €	625.306.388,25 €	458.987.464,50 €	292.668.540,75 €	126.349.617,00 €	39.969.306,75 €

NPV: 15.592.148,22 €  
IRR: 1,66%

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 1.500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	1.154.065.012,32 €	1.154.065.012,32 €	1.154.065.012,32 €	1.154.065.012,32 €	1.154.065.012,32 €
Operative Kosten	- €	638.322.861,86 €	638.322.861,86 €	638.322.861,86 €	638.322.861,86 €	638.322.861,86 €
OH-Pauschale	- €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	589.080.834,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	969.097.860,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	816.669.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 2.374.847.694,00 €	498.955.733,96 €	498.955.733,96 €	498.955.733,96 €	498.955.733,96 €	498.955.733,96 €
Übertrag in Folgeperiode	- 2.374.847.694,00 €	1.875.891.960,04 €	1.376.936.226,08 €	877.980.492,11 €	379.024.758,15 €	119.930.975,81 €

NPV: 46.799.652,25 €  
IRR: 1,67%

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 3.000.000 mobile Personen, 6.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	2.308.127.331,33 €	2.308.127.331,33 €	2.308.127.331,33 €	2.308.127.331,33 €	2.308.127.331,33 €
Operative Kosten	- €	1.276.645.723,71 €	1.276.645.723,71 €	1.276.645.723,71 €	1.276.645.723,71 €	1.276.645.723,71 €
OH-Pauschale	- €	33.572.833,00 €	33.572.833,00 €	33.572.833,00 €	33.572.833,00 €	33.572.833,00 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	1.178.161.668,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	1.938.195.720,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	1.633.338.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 4.749.695.388,00 €	997.908.774,61 €	997.908.774,61 €	997.908.774,61 €	997.908.774,61 €	997.908.774,61 €
Übertrag in Folgeperiode	- 4.749.695.388,00 €	3.751.786.613,39 €	2.753.877.838,77 €	1.755.960.064,16 €	758.060.289,54 €	239.848.485,07 €

NPV: 93.586.232,71 €  
IRR: 1,66%

## Anhang 15-20 Wirtschaftlichkeitsanalyse I (Minutentarife), Annahme Szenario 2, Nachfrage @ 55 %

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	641.148.525,85 €	641.148.525,85 €	641.148.525,85 €	641.148.525,85 €	641.148.525,85 €
Operative Kosten	- €	354.621.758,98 €	354.621.758,98 €	354.621.758,98 €	354.621.758,98 €	354.621.758,98 €
OH-Pauschale	- €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	219.888.144,00 €	219.888.144,00 €	219.888.144,00 €	219.888.144,00 €	219.888.144,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	327.274.704,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	538.400.160,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	453.654.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 1.319.328.864,00 €	57.312.917,54 €	57.312.917,54 €	57.312.917,54 €	57.312.917,54 €	57.312.917,54 €
Return on Sales (ROS)		8,9%	8,9%	8,9%	8,9%	8,9%

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	1.923.438.395,38 €	1.923.438.395,38 €	1.923.438.395,38 €	1.923.438.395,38 €	1.923.438.395,38 €
Operative Kosten	- €	1.063.871.200,00 €	1.063.871.200,00 €	1.063.871.200,00 €	1.063.871.200,00 €	1.063.871.200,00 €
OH-Pauschale	- €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	659.678.346,00 €	659.678.346,00 €	659.678.346,00 €	659.678.346,00 €	659.678.346,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	981.804.636,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	1.615.168.440,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	1.361.097.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 3.958.070.076,00 €	171.911.504,86 €	171.911.504,86 €	171.911.504,86 €	171.911.504,86 €	171.911.504,86 €
Return on Sales (ROS)		8,9%	8,9%	8,9%	8,9%	8,9%

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 3.000.000 mobile Personen, 10.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	3.846.881.279,60 €	3.846.881.279,60 €	3.846.881.279,60 €	3.846.881.279,60 €	3.846.881.279,60 €
Operative Kosten	- €	2.127.742.400,00 €	2.127.742.400,00 €	2.127.742.400,00 €	2.127.742.400,00 €	2.127.742.400,00 €
OH-Pauschale	- €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	1.319.356.692,00 €	1.319.356.692,00 €	1.319.356.692,00 €	1.319.356.692,00 €	1.319.356.692,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	1.963.609.272,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	3.203.356.800,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	2.722.194.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 7.916.140.152,00 €	343.827.498,58 €	343.827.498,58 €	343.827.498,58 €	343.827.498,58 €	343.827.498,58 €
Return on Sales (ROS)		8,9%	8,9%	8,9%	8,9%	8,9%

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	384.688.935,95 €	384.688.935,95 €	384.688.935,95 €	384.688.935,95 €	384.688.935,95 €
Operative Kosten	- €	212.774.523,71 €	212.774.523,71 €	212.774.523,71 €	212.774.523,71 €	212.774.523,71 €
OH-Pauschale	- €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	131.937.552,00 €	131.937.552,00 €	131.937.552,00 €	131.937.552,00 €	131.937.552,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	196.357.032,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	323.027.280,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	272.241.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 791.625.312,00 €	34.381.371,75 €	34.381.371,75 €	34.381.371,75 €	34.381.371,75 €	34.381.371,75 €
Return on Sales (ROS)		8,9%	8,9%	8,9%	8,9%	8,9%

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 1.500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	1.154.065.012,32 €	1.154.065.012,32 €	1.154.065.012,32 €	1.154.065.012,32 €	1.154.065.012,32 €
Operative Kosten	- €	638.322.861,86 €	638.322.861,86 €	638.322.861,86 €	638.322.861,86 €	638.322.861,86 €
OH-Pauschale	- €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €	16.786.416,50		

# Anhang

Szenario 1, 500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	-	1.160.010.424,24 €	1.160.010.424,24 €	1.160.010.424,24 €	1.160.010.424,24 €	1.160.010.424,24 €
Operative Kosten	-	621.029.554,46 €	621.029.554,46 €	621.029.554,46 €	621.029.554,46 €	621.029.554,46 €
OH-Pauschale	-	11.600.104,24 €	11.657.245,92 €	11.657.245,92 €	11.657.245,92 €	11.657.245,92 €
Abschreibungen	-	-	-	-	-	-
Invest Klein Lvl 5	-	409.083.642,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 5	-	672.984.180,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 4	-	567.135.000,00 €	-	-	-	-
Kapitalfluss	-	1.649.202.822,00 €	527.380.765,54 €	527.323.623,86 €	527.323.623,86 €	527.323.623,86 €
Übertrag in Folgeperiode	-	1.649.202.822,00 €	1.121.822.056,46 €	594.498.432,61 €	67.174.808,75 €	460.148.815,10 €

NPV: 910.182.703,18 €  
IRR: 18,00%

Szenario 1, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	-	3.480.017.942,20 €	3.480.017.942,20 €	3.480.017.942,20 €	3.480.017.942,20 €	3.480.017.942,20 €
Operative Kosten	-	1.863.081.931,52 €	1.863.081.931,52 €	1.863.081.931,52 €	1.863.081.931,52 €	1.863.081.931,52 €
OH-Pauschale	-	34.971.607,19 €	34.971.607,19 €	34.971.607,19 €	34.971.607,19 €	34.971.607,19 €
Abschreibungen	-	-	-	-	-	-
Invest Klein Lvl 5	-	1.227.250.926,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 5	-	2.018.952.540,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 4	-	1.701.378.000,00 €	-	-	-	-
Kapitalfluss	-	4.947.581.466,00 €	1.581.964.403,49 €	1.581.964.403,49 €	1.581.964.403,49 €	1.581.964.403,49 €
Übertrag in Folgeperiode	-	4.947.581.466,00 €	3.365.617.062,51 €	1.783.652.609,02 €	201.688.255,53 €	1.380.276.147,97 €

NPV: 2.730.373.989,41 €  
IRR: 18,00%

Szenario 1, 3.000.000 mobile Personen, 10.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	-	6.960.043.501,84 €	6.960.043.501,84 €	6.960.043.501,84 €	6.960.043.501,84 €	6.960.043.501,84 €
Operative Kosten	-	3.726.168.548,42 €	3.726.168.548,42 €	3.726.168.548,42 €	3.726.168.548,42 €	3.726.168.548,42 €
OH-Pauschale	-	69.943.295,99 €	69.943.295,99 €	69.943.295,99 €	69.943.295,99 €	69.943.295,99 €
Abschreibungen	-	-	-	-	-	-
Invest Klein Lvl 5	-	2.454.511.590,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 5	-	4.037.921.100,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 4	-	3.402.729.000,00 €	-	-	-	-
Kapitalfluss	-	9.895.161.690,00 €	3.163.931.657,43 €	3.163.931.657,43 €	3.163.931.657,43 €	3.163.931.657,43 €
Übertrag in Folgeperiode	-	9.895.161.690,00 €	6.731.230.032,57 €	3.567.298.375,15 €	403.366.717,72 €	2.760.564.939,71 €

NPV: 5.460.763.055,25 €  
IRR: 18,00%

Szenario 1, 500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	-	696.005.492,80 €	696.005.492,80 €	696.005.492,80 €	696.005.492,80 €	696.005.492,80 €
Operative Kosten	-	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €
OH-Pauschale	-	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €
Abschreibungen	-	-	-	-	-	-
Invest Klein Lvl 5	-	245.456.028,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 5	-	403.800.120,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 4	-	340.254.000,00 €	-	-	-	-
Kapitalfluss	-	989.510.148,00 €	316.393.297,35 €	316.393.297,35 €	316.393.297,35 €	316.393.297,35 €
Übertrag in Folgeperiode	-	989.510.148,00 €	673.116.850,65 €	356.723.553,30 €	40.330.255,95 €	276.063.041,40 €

NPV: 546.082.965,27 €  
IRR: 18,00%

Szenario 1, 1.500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	-	2.088.014.574,04 €	2.088.014.574,04 €	2.088.014.574,04 €	2.088.014.574,04 €	2.088.014.574,04 €
Operative Kosten	-	1.117.850.914,58 €	1.117.850.914,58 €	1.117.850.914,58 €	1.117.850.914,58 €	1.117.850.914,58 €
OH-Pauschale	-	20.983.000,22 €	20.983.000,22 €	20.983.000,22 €	20.983.000,22 €	20.983.000,22 €
Abschreibungen	-	-	-	-	-	-
Invest Klein Lvl 5	-	736.348.608,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 5	-	1.211.368.320,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 4	-	1.020.843.000,00 €	-	-	-	-
Kapitalfluss	-	2.968.559.928,00 €	949.180.659,24 €	949.180.659,24 €	949.180.659,24 €	949.180.659,24 €
Übertrag in Folgeperiode	-	2.968.559.928,00 €	2.019.379.268,76 €	1.070.198.609,53 €	121.017.950,29 €	828.162.708,94 €

NPV: 1.638.223.135,30 €  
IRR: 18,00%

Szenario 1, 3.000.000 mobile Personen, 6.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	-	4.176.023.435,00 €	4.176.023.435,00 €	4.176.023.435,00 €	4.176.023.435,00 €	4.176.023.435,00 €
Operative Kosten	-	2.235.699.782,68 €	2.235.699.782,68 €	2.235.699.782,68 €	2.235.699.782,68 €	2.235.699.782,68 €
OH-Pauschale	-	41.965.951,48 €	41.965.951,48 €	41.965.951,48 €	41.965.951,48 €	41.965.951,48 €
Abschreibungen	-	-	-	-	-	-
Invest Klein Lvl 5	-	1.472.706.954,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 5	-	2.422.752.660,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 4	-	2.041.632.000,00 €	-	-	-	-
Kapitalfluss	-	5.937.091.614,00 €	1.898.357.700,84 €	1.898.357.700,84 €	1.898.357.700,84 €	1.898.357.700,84 €
Übertrag in Folgeperiode	-	5.937.091.614,00 €	4.038.733.913,16 €	2.140.376.212,32 €	242.018.511,48 €	1.656.339.189,37 €

NPV: 3.276.456.954,68 €  
IRR: 18,00%

## Anhang 15-22 Wirtschaftlichkeitsanalyse I (Kilometertarife), Szenario 1

Szenario 1, 500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	-	1.160.010.424,24 €	1.160.010.424,24 €	1.160.010.424,24 €	1.160.010.424,24 €	1.160.010.424,24 €
Operative Kosten	-	621.029.554,46 €	621.029.554,46 €	621.029.554,46 €	621.029.554,46 €	621.029.554,46 €
OH-Pauschale	-	11.657.245,92 €	11.657.245,92 €	11.657.245,92 €	11.657.245,92 €	11.657.245,92 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	-	274.867.137,00 €	274.867.137,00 €	274.867.137,00 €	274.867.137,00 €	274.867.137,00 €
Invest Klein Lvl 5	-	409.083.642,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 5	-	672.984.180,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 4	-	567.135.000,00 €	-	-	-	-
EBIT	-	1.649.202.822,00 €	252.456.486,86 €	252.456.486,86 €	252.456.486,86 €	252.456.486,86 €
Return on Sales (ROS)	-	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%

Szenario 1, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	-	3.480.017.942,20 €	3.480.017.942,20 €	3.480.017.942,20 €	3.480.017.942,20 €	3.480.017.942,20 €
Operative Kosten	-	1.863.081.931,52 €	1.863.081.931,52 €	1.863.081.931,52 €	1.863.081.931,52 €	1.863.081.931,52 €
OH-Pauschale	-	34.971.607,19 €	34.971.607,19 €	34.971.607,19 €	34.971.607,19 €	34.971.607,19 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	-	824.596.911,00 €	824.596.911,00 €	824.596.911,00 €	824.596.911,00 €	824.596.911,00 €
Invest Klein Lvl 5	-	1.227.250.926,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 5	-	2.018.952.540,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 4	-	1.701.378.000,00 €	-	-	-	-
EBIT	-	4.947.581.466,00 €	757.367.492,49 €	757.367.492,49 €	757.367.492,49 €	757.367.492,49 €
Return on Sales (ROS)	-	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%

Szenario 1, 3.000.000 mobile Personen, 10.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	-	6.960.043.501,84 €	6.960.043.501,84 €	6.960.043.501,84 €	6.960.043.501,84 €	6.960.043.501,84 €
Operative Kosten	-	3.726.168.548,42 €	3.726.168.548,42 €	3.726.168.548,42 €	3.726.168.548,42 €	3.726.168.548,42 €
OH-Pauschale	-	69.943.295,99 €	69.943.295,99 €	69.943.295,99 €	69.943.295,99 €	69.943.295,99 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	-	1.649.193.615,00 €	1.649.193.615,00 €	1.649.193.615,00 €	1.649.193.615,00 €	1.649.193.615,00 €
Invest Klein Lvl 5	-	2.454.511.590,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 5	-	4.037.921.100,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 4	-	3.402.729.000,00 €	-	-	-	-
EBIT	-	9.895.161.690,00 €	1.514.738.042,43 €	1.514.738.042,43 €	1.514.738.042,43 €	1.514.738.042,43 €
Return on Sales (ROS)	-	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%

Szenario 1, 500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	-	696.005.492,80 €	696.005.492,80 €	696.005.492,80 €	696.005.492,80 €	696.005.492,80 €
Operative Kosten	-	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €
OH-Pauschale	-	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	-	164.918.359,00 €	164.918.359,00 €	164.918.359,00 €	164.918.359,00 €	164.918.359,00 €
Invest Klein Lvl 5	-	245.456.028,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 5	-	403.800.120,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 4	-	340.254.000,00 €	-	-	-	-
EBIT	-	989.510.148,00 €	151.474.939,35 €	151.474.939,35 €	151.474.939,35 €	151.474.939,35 €
Return on Sales (ROS)	-	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%

Szenario 1, 1.500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	-	2.088.014.574,04 €	2.088.014.574,04 €	2.088.014.574,04 €	2.088.014.574,04 €	2.088.014.574,04 €
Operative Kosten	-	1.117.850.914,58 €	1.117.850.914,58 €	1.117.850.914,58 €	1.117.850.914,58 €	1.117.850.914,58 €
OH-Pauschale	-	20.983.000,22 €	20.983.000,22 €	20.983.000,22 €	20.983.000,22 €	20.983.000,22 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	-	494.759.988,00 €	494.759.988,00 €	494.759.988,00 €	494.759.988,00 €	494.759.988,00 €
Invest Klein Lvl 5	-	736.348.608,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 5	-	1.211.368.320,00 €	-	-	-	-
Invest Kompakt Lvl 4	-	1.020.843.000,00 €	-	-	-	-
EBIT	-	2.968.5				

# Anhang

Szenario 2, 500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	927.998.436,72 €	927.998.436,72 €	927.998.436,72 €	927.998.436,72 €	927.998.436,72 €
Operative Kosten	- €	496.819.313,64 €	496.819.313,64 €	496.819.313,64 €	496.819.313,64 €	496.819.313,64 €
OH-Pauschale	- €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	327.274.704,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	538.400.160,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	453.654.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 1.319.328.864,00 €	421.853.417,75 €	421.853.417,75 €	421.853.417,75 €	421.853.417,75 €	421.853.417,75 €
Übertrag in Folgeperiode	- 1.319.328.864,00 €	897.475.446,29 €	475.622.028,59 €	53.768.610,75 €	368.084.807,75 €	789.938.224,75 €

NPV: 728.107.692,12 €

IRR: 18,00%

Szenario 2, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	2.784.020.066,84 €	2.784.020.066,84 €	2.784.020.066,84 €	2.784.020.066,84 €	2.784.020.066,84 €
Operative Kosten	- €	1.490.468.765,74 €	1.490.468.765,74 €	1.490.468.765,74 €	1.490.468.765,74 €	1.490.468.765,74 €
OH-Pauschale	- €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	981.804.636,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	1.615.168.440,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	1.361.097.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 3.958.070.076,00 €	1.265.573.956,59 €	1.265.573.956,59 €	1.265.573.956,59 €	1.265.573.956,59 €	1.265.573.956,59 €
Übertrag in Folgeperiode	- 3.958.070.076,00 €	2.692.496.119,41 €	1.426.922.162,83 €	161.348.206,24 €	1.104.225.750,34 €	2.369.799.706,93 €

NPV: 2.184.306.100,57 €

IRR: 18,00%

Szenario 2, 3.000.000 mobile Personen, 10.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	5.568.040.133,68 €	5.568.040.133,68 €	5.568.040.133,68 €	5.568.040.133,68 €	5.568.040.133,68 €
Operative Kosten	- €	2.980.937.531,48 €	2.980.937.531,48 €	2.980.937.531,48 €	2.980.937.531,48 €	2.980.937.531,48 €
OH-Pauschale	- €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	1.963.609.272,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	3.230.136.880,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	2.722.194.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 7.916.140.152,00 €	2.531.147.913,17 €	2.531.147.913,17 €	2.531.147.913,17 €	2.531.147.913,17 €	2.531.147.913,17 €
Übertrag in Folgeperiode	- 7.916.140.152,00 €	5.384.992.238,83 €	2.853.844.325,66 €	322.696.412,48 €	2.208.451.500,69 €	4.739.599.413,86 €

NPV: 4.368.612.201,14 €

IRR: 18,00%

Szenario 2, 500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	556.806.298,60 €	556.806.298,60 €	556.806.298,60 €	556.806.298,60 €	556.806.298,60 €
Operative Kosten	- €	298.094.571,74 €	298.094.571,74 €	298.094.571,74 €	298.094.571,74 €	298.094.571,74 €
OH-Pauschale	- €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	196.357.032,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	323.027.280,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	272.241.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 791.625.312,00 €	253.116.238,37 €	253.116.238,37 €	253.116.238,37 €	253.116.238,37 €	253.116.238,37 €
Übertrag in Folgeperiode	- 791.625.312,00 €	538.509.073,61 €	285.392.835,26 €	32.276.596,89 €	220.839.641,48 €	473.955.879,85 €

NPV: 436.856.946,48 €

IRR: 18,00%

Szenario 2, 1.500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	1.670.413.182,72 €	1.670.413.182,72 €	1.670.413.182,72 €	1.670.413.182,72 €	1.670.413.182,72 €
Operative Kosten	- €	894.281.668,74 €	894.281.668,74 €	894.281.668,74 €	894.281.668,74 €	894.281.668,74 €
OH-Pauschale	- €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	589.080.834,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	969.097.860,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	816.669.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 2.374.847.694,00 €	759.345.097,48 €	759.345.097,48 €	759.345.097,48 €	759.345.097,48 €	759.345.097,48 €
Übertrag in Folgeperiode	- 2.374.847.694,00 €	1.615.502.596,52 €	856.157.499,04 €	96.812.401,57 €	662.532.695,91 €	1.421.877.793,39 €

NPV: 1.310.581.523,53 €

IRR: 18,00%

Szenario 2, 3.000.000 mobile Personen, 6.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	3.340.826.365,44 €	3.340.826.365,44 €	3.340.826.365,44 €	3.340.826.365,44 €	3.340.826.365,44 €
Operative Kosten	- €	1.788.563.337,48 €	1.788.563.337,48 €	1.788.563.337,48 €	1.788.563.337,48 €	1.788.563.337,48 €
OH-Pauschale	- €	33.572.833,00 €	33.572.833,00 €	33.572.833,00 €	33.572.833,00 €	33.572.833,00 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	1.178.161.668,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	1.938.195.720,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	1.633.338.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 4.749.695.388,00 €	1.518.690.194,96 €	1.518.690.194,96 €	1.518.690.194,96 €	1.518.690.194,96 €	1.518.690.194,96 €
Übertrag in Folgeperiode	- 4.749.695.388,00 €	3.231.005.193,04 €	1.712.314.998,09 €	193.624.803,13 €	1.325.065.391,82 €	2.843.755.586,78 €

NPV: 2.621.163.047,05 €

IRR: 18,00%

## Anhang 15-24 Wirtschaftlichkeitsanalyse I (Kilometertarife), Szenario 2

Szenario 2, 500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	927.998.436,72 €	927.998.436,72 €	927.998.436,72 €	927.998.436,72 €	927.998.436,72 €
Operative Kosten	- €	496.819.313,64 €	496.819.313,64 €	496.819.313,64 €	496.819.313,64 €	496.819.313,64 €
OH-Pauschale	- €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	219.888.144,00 €	219.888.144,00 €	219.888.144,00 €	219.888.144,00 €	219.888.144,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	327.274.704,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	538.400.160,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	453.654.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 1.319.328.864,00 €	201.965.273,75 €	201.965.273,75 €	201.965.273,75 €	201.965.273,75 €	201.965.273,75 €
Return on Sales (ROS)		21,8%	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%

Szenario 2, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	2.784.020.066,84 €	2.784.020.066,84 €	2.784.020.066,84 €	2.784.020.066,84 €	2.784.020.066,84 €
Operative Kosten	- €	1.490.468.765,74 €	1.490.468.765,74 €	1.490.468.765,74 €	1.490.468.765,74 €	1.490.468.765,74 €
OH-Pauschale	- €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	659.678.346,00 €	659.678.346,00 €	659.678.346,00 €	659.678.346,00 €	659.678.346,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	981.804.636,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	1.615.168.440,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	1.361.097.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 3.958.070.076,00 €	605.895.610,59 €	605.895.610,59 €	605.895.610,59 €	605.895.610,59 €	605.895.610,59 €
Return on Sales (ROS)		21,8%	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%

Szenario 2, 3.000.000 mobile Personen, 10.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	5.568.040.133,68 €	5.568.040.133,68 €	5.568.040.133,68 €	5.568.040.133,68 €	5.568.040.133,68 €
Operative Kosten	- €	2.980.937.531,48 €	2.980.937.531,48 €	2.980.937.531,48 €	2.980.937.531,48 €	2.980.937.531,48 €
OH-Pauschale	- €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	1.319.356.692,00 €	1.319.356.692,00 €	1.319.356.692,00 €	1.319.356.692,00 €	1.319.356.692,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	1.963.609.272,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	3.230.136.880,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	2.722.194.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 7.916.140.152,00 €	1.211.791.221,17 €	1.211.791.221,17 €	1.211.791.221,17 €	1.211.791.221,17 €	1.211.791.221,17 €
Return on Sales (ROS)		21,8%	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%

Szenario 2, 500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	556.806.298,60 €	556.806.298,60 €	556.806.298,60 €	556.806.298,60 €	556.806.298,60 €
Operative Kosten	- €	298.094.571,74 €	298.094.571,74 €	298.094.571,74 €	298.094.571,74 €	298.094.571,74 €
OH-Pauschale	- €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	131.937.552,00 €	131.937.552,00 €	131.937.552,00 €	131.937.552,00 €	131.937.552,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	196.357.032,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	323.027.280,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	272.241.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 791.625.312,00 €	121.178.686,37 €	121.178.686,37 €	121.178.686,37 €	121.178.686,37 €	121.178.686,37 €
Return on Sales (ROS)		21,8%	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%

Szenario 2, 1.500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	1.670.413.182,72 €	1.670.413.182,72 €	1.670.413.182,72 €	1.670.413.182,72 €	1.670.413.182,72 €
Operative Kosten	- €	894.281.668,74 €	894.281.668,74 €	894.281.668,74 €	894.281.668,74 €	894.281.668,74 €
OH-Pauschale	- €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €</			

# Anhang

Szenario 3, 500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	232.006.274,44 €	232.006.274,44 €	232.006.274,44 €	232.006.274,44 €	232.006.274,44 €
Operative Kosten	- €	124.208.194,34 €	124.208.194,34 €	124.208.194,34 €	124.208.194,34 €	124.208.194,34 €
OH-Pauschale	- €	2.331.491,62 €	2.331.491,62 €	2.331.491,62 €	2.331.491,62 €	2.331.491,62 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	81.818.676,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	134.600.040,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	113.427.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- €	329.845.716,00 €	105.466.588,48 €	105.466.588,48 €	105.466.588,48 €	105.466.588,48 €
Übertrag in Folgeperiode	- €	329.845.716,00 €	224.379.127,52 €	118.912.539,05 €	13.445.950,57 €	92.020.637,90 €
<b>NPV: 182.029.119,21 €</b> <b>IRR: 18,00%</b>						

Szenario 3, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	696.005.492,80 €	696.005.492,80 €	696.005.492,80 €	696.005.492,80 €	696.005.492,80 €
Operative Kosten	- €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €
OH-Pauschale	- €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	245.456.028,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	403.800.120,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	340.254.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- €	989.510.148,00 €	316.393.297,35 €	316.393.297,35 €	316.393.297,35 €	316.393.297,35 €
Übertrag in Folgeperiode	- €	989.510.148,00 €	673.116.850,65 €	356.723.553,30 €	40.330.255,95 €	276.063.041,40 €
<b>NPV: 546.082.965,27 €</b> <b>IRR: 18,00%</b>						

Szenario 3, 3.000.000 mobile Personen, 10.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	1.392.003.368,16 €	1.392.003.368,16 €	1.392.003.368,16 €	1.392.003.368,16 €	1.392.003.368,16 €
Operative Kosten	- €	745.231.016,94 €	745.231.016,94 €	745.231.016,94 €	745.231.016,94 €	745.231.016,94 €
OH-Pauschale	- €	13.988.606,96 €	13.988.606,96 €	13.988.606,96 €	13.988.606,96 €	13.988.606,96 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	490.902.318,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	807.584.220,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	680.535.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- €	1.979.021.538,00 €	632.783.744,26 €	632.783.744,26 €	632.783.744,26 €	632.783.744,26 €
Übertrag in Folgeperiode	- €	1.979.021.538,00 €	1.346.237.793,74 €	713.454.049,49 €	80.670.305,23 €	552.113.439,07 €
<b>NPV: 1.092.150.854,11 €</b> <b>IRR: 18,00%</b>						

Szenario 3, 500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	139.204.907,28 €	139.204.907,28 €	139.204.907,28 €	139.204.907,28 €	139.204.907,28 €
Operative Kosten	- €	74.525.325,90 €	74.525.325,90 €	74.525.325,90 €	74.525.325,90 €	74.525.325,90 €
OH-Pauschale	- €	1.398.904,77 €	1.398.904,77 €	1.398.904,77 €	1.398.904,77 €	1.398.904,77 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	49.089.258,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	80.756.820,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	68.067.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- €	197.913.078,00 €	63.280.676,61 €	63.280.676,61 €	63.280.676,61 €	63.280.676,61 €
Übertrag in Folgeperiode	- €	197.913.078,00 €	134.632.403,39 €	71.351.724,78 €	8.071.048,17 €	55.209.628,44 €
<b>NPV: 109.215.334,71 €</b> <b>IRR: 17,99%</b>						

Szenario 3, 1.500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	417.595.678,24 €	417.595.678,24 €	417.595.678,24 €	417.595.678,24 €	417.595.678,24 €
Operative Kosten	- €	223.567.199,36 €	223.567.199,36 €	223.567.199,36 €	223.567.199,36 €	223.567.199,36 €
OH-Pauschale	- €	4.196.534,75 €	4.196.534,75 €	4.196.534,75 €	4.196.534,75 €	4.196.534,75 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	147.277.512,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	242.286.480,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	204.120.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- €	593.683.992,00 €	189.831.944,13 €	189.831.944,13 €	189.831.944,13 €	189.831.944,13 €
Übertrag in Folgeperiode	- €	593.683.992,00 €	403.852.047,87 €	214.020.103,74 €	24.188.159,62 €	165.643.784,51 €
<b>NPV: 327.652.295,85 €</b> <b>IRR: 18,00%</b>						

Szenario 3, 3.000.000 mobile Personen, 6.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	835.197.069,56 €	835.197.069,56 €	835.197.069,56 €	835.197.069,56 €	835.197.069,56 €
Operative Kosten	- €	447.136.445,20 €	447.136.445,20 €	447.136.445,20 €	447.136.445,20 €	447.136.445,20 €
OH-Pauschale	- €	8.393.118,47 €	8.393.118,47 €	8.393.118,47 €	8.393.118,47 €	8.393.118,47 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	294.545.286,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	484.556.940,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	408.294.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- €	1.187.396.226,00 €	379.667.505,89 €	379.667.505,89 €	379.667.505,89 €	379.667.505,89 €
Übertrag in Folgeperiode	- €	1.187.396.226,00 €	807.728.720,11 €	428.061.214,23 €	48.393.708,34 €	331.273.797,54 €
<b>NPV: 655.293.907,62 €</b> <b>IRR: 18,00%</b>						

## Anhang 15-26 Wirtschaftlichkeitsanalyse I (Kilometertarife), Szenario 3

Szenario 3, 500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	232.006.274,44 €	232.006.274,44 €	232.006.274,44 €	232.006.274,44 €	232.006.274,44 €
Operative Kosten	- €	124.208.194,34 €	124.208.194,34 €	124.208.194,34 €	124.208.194,34 €	124.208.194,34 €
OH-Pauschale	- €	2.331.491,62 €	2.331.491,62 €	2.331.491,62 €	2.331.491,62 €	2.331.491,62 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	54.974.286,00 €	54.974.286,00 €	54.974.286,00 €	54.974.286,00 €	54.974.286,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	81.818.676,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	134.600.040,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	113.427.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- €	329.845.716,00 €	50.492.302,48 €	50.492.302,48 €	50.492.302,48 €	50.492.302,48 €
Return on Sales (ROS)	-	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%

Szenario 3, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	696.005.492,80 €	696.005.492,80 €	696.005.492,80 €	696.005.492,80 €	696.005.492,80 €
Operative Kosten	- €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €	372.617.851,16 €
OH-Pauschale	- €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €	6.994.344,29 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	164.918.358,00 €	164.918.358,00 €	164.918.358,00 €	164.918.358,00 €	164.918.358,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	245.456.028,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	403.800.120,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	340.254.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- €	989.510.148,00 €	151.474.939,35 €	151.474.939,35 €	151.474.939,35 €	151.474.939,35 €
Return on Sales (ROS)	-	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%

Szenario 3, 3.000.000 mobile Personen, 10.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	1.392.003.368,16 €	1.392.003.368,16 €	1.392.003.368,16 €	1.392.003.368,16 €	1.392.003.368,16 €
Operative Kosten	- €	745.231.016,94 €	745.231.016,94 €	745.231.016,94 €	745.231.016,94 €	745.231.016,94 €
OH-Pauschale	- €	13.988.606,96 €	13.988.606,96 €	13.988.606,96 €	13.988.606,96 €	13.988.606,96 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	329.836.923,00 €	329.836.923,00 €	329.836.923,00 €	329.836.923,00 €	329.836.923,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	490.902.318,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	807.584.220,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	680.535.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- €	1.979.021.538,00 €	302.946.821,26 €	302.946.821,26 €	302.946.821,26 €	302.946.821,26 €
Return on Sales (ROS)	-	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%

Szenario 3, 500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	139.204.907,28 €	139.204.907,28 €	139.204.907,28 €	139.204.907,28 €	139.204.907,28 €
Operative Kosten	- €	74.525.325,90 €	74.525.325,90 €	74.525.325,90 €	74.525.325,90 €	74.525.325,90 €
OH-Pauschale	- €	1.398.904,77 €	1.398.904,77 €	1.398.904,77 €	1.398.904,77 €	1.398.904,77 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	32.985.513,00 €	32.985.513,00 €	32.985.513,00 €	32.985.513,00 €	32.985.513,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	49.089.258,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	80.756.820,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	68.067.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- €	197.913.078,00 €	30.295.163,61 €	30.295.163,61 €	30.295.163,61 €	30.295.163,61 €
Return on Sales (ROS)	-	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%	21,8%

Szenario 3, 1.500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	417.595.678,24 €	417.595.678,24 €	417.595.678,24 €	417.595.678,24 €	417.595.678,24 €
Operative Kosten	- €	223.567.199,36 €	223.567.199,36 €	223.567.199,36 €	223.567.199,36 €	223.567.199,36 €
OH-Pauschale	- €	4.196.534,75 €	4.196.534,75 €	4.196.534,75 €	4.196.534,75 €	4.196.534,75 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	98.947.332,00 €	98.947.332,00 €	98.947.332,00 €	98.947.332,00 €	98.947.332,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	147.277.512,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	242.286.480,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	204.120.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- €	593.683.992,00 €	90.884.612,13 €	90.884.612,13 €	90.884.612,13 €	90.884.612,13 €
Return on Sales (ROS)						

# Anhang

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	638.005.733,33 €	638.005.733,33 €	638.005.733,33 €	638.005.733,33 €	638.005.733,33 €
Operative Kosten	- €	354.621.758,98 €	354.621.758,98 €	354.621.758,98 €	354.621.758,98 €	354.621.758,98 €
OH-Pauschale	- €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	327.274.704,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	538.400.160,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	453.654.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 1.319.328.864,00 €	274.058.269,02 €	274.058.269,02 €	274.058.269,02 €	274.058.269,02 €	274.058.269,02 €
Übertrag in Folgeperiode	- 1.319.328.864,00 €	1.045.270.594,98 €	771.212.325,96 €	497.154.056,93 €	223.095.787,91 €	50.962.481,11 €

NPV: 10.794.100,27 €

IRR: 1,28%

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	1.914.009.868,21 €	1.914.009.868,21 €	1.914.009.868,21 €	1.914.009.868,21 €	1.914.009.868,21 €
Operative Kosten	- €	1.063.871.200,00 €	1.063.871.200,00 €	1.063.871.200,00 €	1.063.871.200,00 €	1.063.871.200,00 €
OH-Pauschale	- €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	981.804.636,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	1.615.168.440,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	1.361.097.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 3.958.070.076,00 €	822.161.323,70 €	822.161.323,70 €	822.161.323,70 €	822.161.323,70 €	822.161.323,70 €
Übertrag in Folgeperiode	- 3.958.070.076,00 €	3.135.908.752,30 €	2.313.747.428,61 €	1.491.586.104,91 €	669.424.781,22 €	152.736.542,48 €

NPV: 32.233.376,19 €

IRR: 1,28%

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 3.000.000 mobile Personen, 10.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	3.828.023.926,01 €	3.828.023.926,01 €	3.828.023.926,01 €	3.828.023.926,01 €	3.828.023.926,01 €
Operative Kosten	- €	2.127.742.400,00 €	2.127.742.400,00 €	2.127.742.400,00 €	2.127.742.400,00 €	2.127.742.400,00 €
OH-Pauschale	- €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	1.963.609.272,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	3.230.136.880,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	2.722.194.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 7.916.140.152,00 €	1.644.326.836,98 €	1.644.326.836,98 €	1.644.326.836,98 €	1.644.326.836,98 €	1.644.326.836,98 €
Übertrag in Folgeperiode	- 7.916.140.152,00 €	6.271.813.315,02 €	4.627.486.478,03 €	2.983.159.641,05 €	1.338.832.804,06 €	305.494.032,92 €

NPV: 64.487.086,28 €

IRR: 1,28%

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	382.803.021,04 €	382.803.021,04 €	382.803.021,04 €	382.803.021,04 €	382.803.021,04 €
Operative Kosten	- €	212.774.523,71 €	212.774.523,71 €	212.774.523,71 €	212.774.523,71 €	212.774.523,71 €
OH-Pauschale	- €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	196.357.032,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	323.027.280,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	272.241.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 791.625.312,00 €	164.433.008,84 €	164.433.008,84 €	164.433.008,84 €	164.433.008,84 €	164.433.008,84 €
Übertrag in Folgeperiode	- 791.625.312,00 €	627.192.303,16 €	462.759.294,32 €	298.326.285,49 €	133.893.276,65 €	30.539.732,19 €

NPV: 6.438.989,87 €

IRR: 1,28%

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 1.500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	1.148.408.015,72 €	1.148.408.015,72 €	1.148.408.015,72 €	1.148.408.015,72 €	1.148.408.015,72 €
Operative Kosten	- €	638.322.861,86 €	638.322.861,86 €	638.322.861,86 €	638.322.861,86 €	638.322.861,86 €
OH-Pauschale	- €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	589.080.834,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	969.097.860,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	816.669.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 2.374.847.694,00 €	493.298.737,36 €	493.298.737,36 €	493.298.737,36 €	493.298.737,36 €	493.298.737,36 €
Übertrag in Folgeperiode	- 2.374.847.694,00 €	1.881.548.956,64 €	1.388.250.219,27 €	894.951.481,91 €	401.652.744,54 €	91.645.992,82 €

NPV: 19.343.808,24 €

IRR: 1,28%

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 3.000.000 mobile Personen, 6.000 km JfL						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	2.296.812.889,25 €	2.296.812.889,25 €	2.296.812.889,25 €	2.296.812.889,25 €	2.296.812.889,25 €
Operative Kosten	- €	1.276.645.723,71 €	1.276.645.723,71 €	1.276.645.723,71 €	1.276.645.723,71 €	1.276.645.723,71 €
OH-Pauschale	- €	33.572.833,00 €	33.572.833,00 €	33.572.833,00 €	33.572.833,00 €	33.572.833,00 €
Abschreibungen	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Invest Klein Lvl 5	- €	1.178.161.668,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	1.938.195.720,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	1.633.338.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Kapitalfluss	- 4.749.695.388,00 €	986.594.332,53 €	986.594.332,53 €	986.594.332,53 €	986.594.332,53 €	986.594.332,53 €
Übertrag in Folgeperiode	- 4.749.695.388,00 €	3.763.101.055,47 €	2.776.506.722,93 €	1.789.912.390,40 €	803.318.057,87 €	183.276.274,67 €

NPV: 38.672.366,06 €

IRR: 1,28%

## Anhang 15-28 Wirtschaftlichkeitsanalyse I (Kilometertarife), Annahme Szenario 2, Nachfrage @ 55 %

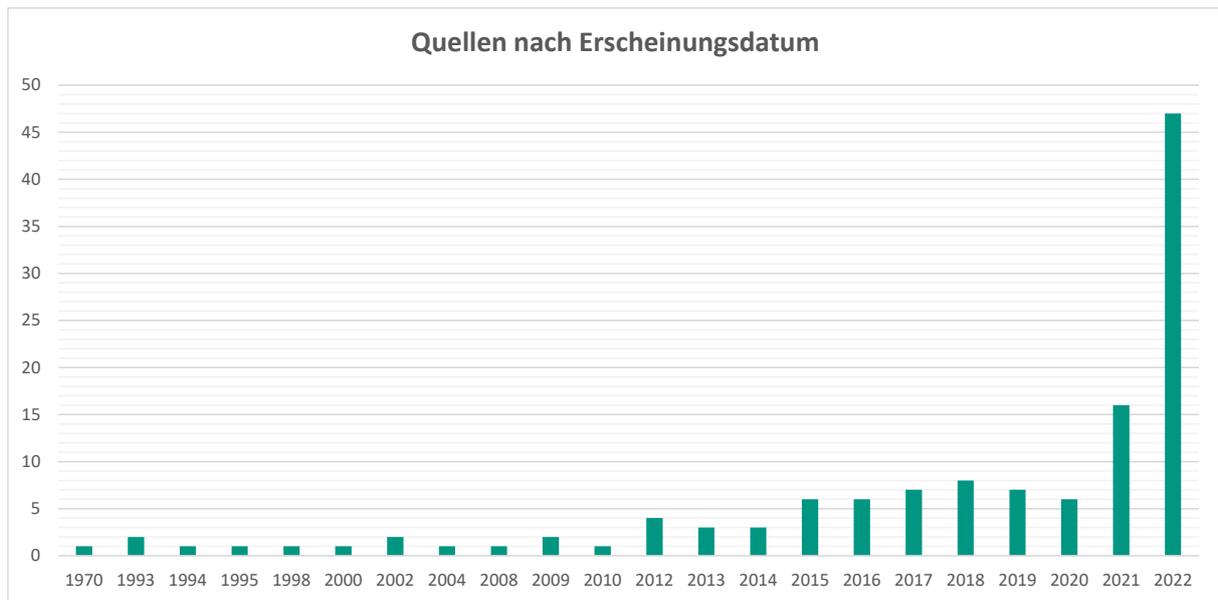
Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	638.005.733,33 €	638.005.733,33 €	638.005.733,33 €	638.005.733,33 €	638.005.733,33 €
Operative Kosten	- €	354.621.758,98 €	354.621.758,98 €	354.621.758,98 €	354.621.758,98 €	354.621.758,98 €
OH-Pauschale	- €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €	9.325.705,33 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	219.888.144,00 €	219.888.144,00 €	219.888.144,00 €	219.888.144,00 €	219.888.144,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	327.274.704,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	538.400.160,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	453.654.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 1.319.328.864,00 €	54.170.125,02 €	54.170.125,02 €	54.170.125,02 €	54.170.125,02 €	54.170.125,02 €
Return on Sales (ROS)		8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 1.500.000 mobile Personen, 10.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	1.914.009.868,21 €	1.914.009.868,21 €	1.914.009.868,21 €	1.914.009.868,21 €	1.914.009.868,21 €
Operative Kosten	- €	1.063.871.200,00 €	1.063.871.200,00 €	1.063.871.200,00 €	1.063.871.200,00 €	1.063.871.200,00 €
OH-Pauschale	- €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €	27.977.344,51 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	659.678.346,00 €	659.678.346,00 €	659.678.346,00 €	659.678.346,00 €	659.678.346,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	981.804.636,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	1.615.168.440,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	1.361.097.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 3.958.070.076,00 €	162.482.977,70 €	162.482.977,70 €	162.482.977,70 €	162.482.977,70 €	162.482.977,70 €
Return on Sales (ROS)		8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 3.000.000 mobile Personen, 10.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	3.828.023.926,01 €	3.828.023.926,01 €	3.828.023.926,01 €	3.828.023.926,01 €	3.828.023.926,01 €
Operative Kosten	- €	2.127.742.400,00 €	2.127.742.400,00 €	2.127.742.400,00 €	2.127.742.400,00 €	2.127.742.400,00 €
OH-Pauschale	- €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €	55.954.689,03 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	1.319.356.692,00 €	1.319.356.692,00 €	1.319.356.692,00 €	1.319.356.692,00 €	1.319.356.692,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	1.963.609.272,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	3.230.136.880,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	2.722.194.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 7.916.140.152,00 €	324.970.144,98 €	324.970.144,98 €	324.970.144,98 €	324.970.144,98 €	324.970.144,98 €
Return on Sales (ROS)		8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	382.803.021,04 €	382.803.021,04 €	382.803.021,04 €	382.803.021,04 €	382.803.021,04 €
Operative Kosten	- €	212.774.523,71 €	212.774.523,71 €	212.774.523,71 €	212.774.523,71 €	212.774.523,71 €
OH-Pauschale	- €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €	5.595.488,49 €
Abschreibungen (@ 6 Jahre)	- €	131.937.552,00 €	131.937.552,00 €	131.937.552,00 €	131.937.552,00 €	131.937.552,00 €
Invest Klein Lvl 5	- €	196.357.032,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 5	- €	323.027.280,00 €	- €	- €	- €	- €
Invest Kompakt Lvl 4	- €	272.241.000,00 €	- €	- €	- €	- €
EBIT	- 791.625.312,00 €	32.495.456,84 €	32.495.456,84 €	32.495.456,84 €	32.495.456,84 €	32.495.456,84 €
Return on Sales (ROS)		8,5%	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%

Szenario 2 // Nachfrage @ 55%, 1.500.000 mobile Personen, 6.000 km JfL, inkl. Abschreibung						
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
Umsatz	- €	1.148.408.015,72 €	1.148.408.015,72 €	1.148.408.015,72 €	1.148.408.015,72 €	1.148.408.015,72 €
Operative Kosten	- €	638.322.861,86 €	638.322.861,86 €	638.322.861,86 €	638.322.861,86 €	638.322.861,86 €
OH-Pauschale	- €	16.786.416,50 €	16.786.416,50 €	16.		



Anhang 15-30 Verteilung des Erscheinungsjahrs der verwendeten Quellen

Themenblöcke (3-8)	Fragen (Haupt- und Ergänzungsfragen)
<b>Introduction</b>	Vorstellungsrunde Klärung des Ablaufs (Aufzeichnung und Verwendung in der MA)
<b>Carsharing Operations</b>	<p><b>Wieviele (aktive) Kunden haben Sie?</b> Wie hat sich diese Zahl über die letzten Jahre verändert und was sind mögliche Gründe hierfür?</p> <p><b>Wie groß ist die Fahrzeug-Flotte und wie wird diese festgelegt?</b> Wie teilt sich diese Flotte nach Fahrzeugsegmenten auf (in %)? Wieviele Fahrten absolviert ein CS-Fahrzeug im Schnitt pro Tag? Ist hier eher von Tages- / Wochenendbuchungen auszugehen? Wie hoch ist die jährliche Fahrleistung und damit die Auslastung eines CS-Fahrzeugs im Schnitt? Wie häufig werden Fahrzeuge ausgetauscht / erneuert?</p> <p><b>Mit wievielen Mitarbeitern (Vollzeitkräfte in Summe) operieren Sie?</b> Welche Tätigkeiten werden unter den Mitarbeitern aufgeteilt? (Relocation, Reinigung, Tanken, Laden, Instandhaltungen, Telefonservice etc.) Wie und wie häufig werden diese Tätigkeiten ausgeführt?</p>
<b>Wirtschaftlichkeit</b>	<p><b>Sind die Fahrzeuge im Besitz oder geleast?</b> Im Besitzfall: Wie fallen die Annahmen zum Restwert und zum Abschreibungszeitraum aus? Im Besitzfall: Werden die Fahrzeuge über Kredite finanziert? Im Besitzfall: Gibt es herstellereitige Discounts?</p> <p><b>Welches sind die wesentlichen Kostenbausteine / Kostenfaktoren im Bereich Carsharing generell?</b> Lässt sich eine Aussage über die Kosten der Fahrzeuge pro km/Nutzungsminute treffen? Wie hoch muss die Auslastung mindestens sein (Buchungen pro Tag / km pro Tag / etc.) um CS profitabel betreiben zu können? Können CS-Flotten wirtschaftlich versichert werden? Sind diese Versicherungsprämien mit Privat-PKW Versicherungen vergleichbar? Wie hoch sind die jährlichen Parkgebühren / Stellplatzkosten pro Fahrzeug in etwa? Gibt es hier Kooperationen mit der Stadt? Wie hoch sind die einmaligen Kosten für die Ausrüstung der Fahrzeuge mit Zugangssystemen und deren Anbindung an zentrale IT-Systeme? Wie hoch sind die Kosten für die Entwicklung / den Unterhalt der IT-Systeme zur Buchung, Reservierung und Überwachung der Fahrzeuge?</p> <p><b>Lässt sich eine Aussage zur Profitabilität Ihres Unternehmens treffen?</b> <b>Wie sehen Sie den Wettbewerb im Bereich CS? Welchen Herausforderungen würden Sie begegnen, würde ein reiner FFCS-Anbieter in einen bisher SBCS dominierten Markt drängen?</b></p>
<b>Aktuelle Herausforderungen</b>	<p><b>Wie wird für den FF Anteil das Relocation Problem betrachtet / gelöst?</b> Gibt es hinsichtlich irgendwelcher Problemstellungen (z.B. Matching, etc.) Optimierungsalgorithmen die aktuell genutzt werden? Welche Rolle spielt FFCS in der Transformation des CS und welche Perspektiven hat SBCS dann noch?</p>
<b>Technologiesgespräch</b>	<p><b>Inwiefern unterscheidet sich die Nutzung von EVs im CS von konventionellen Fahrzeugen hinsichtlich Nutzung und kostenseitig?</b> Wie hoch sind aktuell die Mehrkosten für die Anschaffung von EVs?</p> <p><b>Welche Technologien werden CS in Zukunft aus Ihrer Sicht maßgeblich prägen?</b></p>
<b>Ausblick</b>	<p><b>Wie hoch schätzen Sie die Privat-PKW Ersetzungsrate durch CS? Um wieviel lässt sich die aktuelle PKW-Flotte DEs durch CS reduzieren, um immernoch dieselbe Mobilität gewährleisten zu können?</b> <b>Wie sehen Sie grundsätzlich Mobilität bzw. CS in der Zukunft?</b></p>